

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000253014 A**(43) Date of publication of application: **14.09.00**

(51) Int. Cl.

H04L 12/28**H04J 3/00****H04J 3/06****H04L 7/04****H04L 12/02**(21) Application number: **11053256**(22) Date of filing: **01.03.99**(71) Applicant: **MITSUBISHI ELECTRIC CORP**(72) Inventor:
YAMADA HIROTOSHI
NAKAJIMA KOICHI
TANAKA KENTARO

**(54) DATA RECEIVER, SOURCE CLOCK
REGENERATING METHOD USED FOR IT, AND
RECORDING MEDIUM RECORDING PROGRAM
TO ALLOW COMPUTER TO EXECUTE THE
METHOD AND READ BY THE COMPUTER**

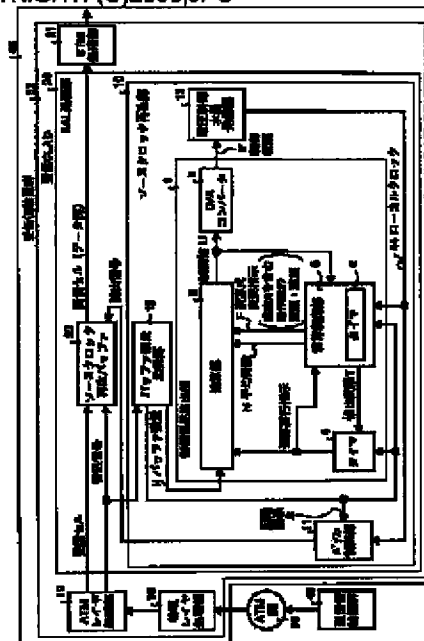
(57) Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To minimize an effect of a source clock frequency on fluctuation immunity by decreasing a converging time of a regenerated source clock under the limit of a scale or an operating speed of an arithmetic circuit and enhancing the frequency stability after the convergence.

SOLUTION: A source clock regeneration section 10 is provided with an arithmetic section 2 that calculates a control variable U for source clock regeneration obtained by taking a weighted average of one buffer residual H or over detected sequentially, multiplying prescribed sensitivity A with the weighted average value and adding a prescribed offset to the product and with an arithmetic control section 5 that sets a manipulated variable used for the arithmetic operation of the control variable a local clock 14 being a regenerated source clock is converged to the source clock at a high speed while the local clock 14

satisfies a prescribed condition to approach a frequency of the source clock after the start of regeneration of the source clock and sets a manipulated variable by which the source clock is stably regenerated after the prescribed condition is satisfied.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-253014

(P2000-253014A)

(43) 公開日 平成12年9月14日 (2000.9.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 L 12/28		H 0 4 L 11/20	D 5 K 0 2 8
H 0 4 J 3/00		H 0 4 J 3/00	U 5 K 0 3 0
3/06		3/06	Z 5 K 0 4 7
H 0 4 L 7/04		H 0 4 L 7/04	A 9 A 0 0 1
12/02		11/02	D
審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 38 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-53256

(22) 出願日 平成11年3月1日 (1999.3.1)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 山田 浩利

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 中島 宏一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

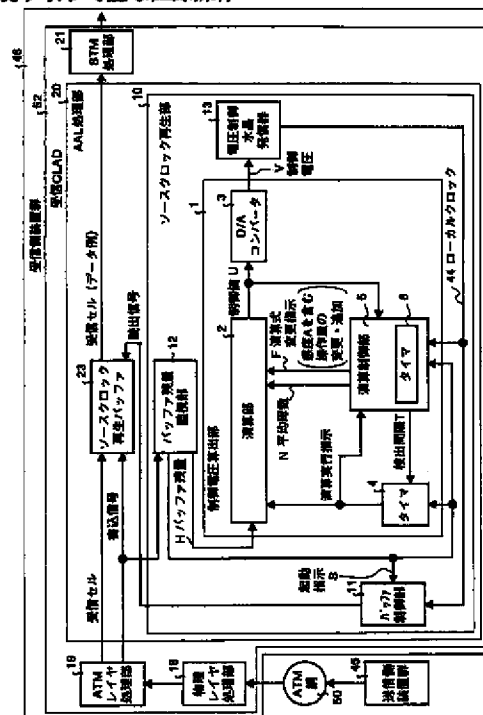
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 データ受信装置、これに用いられるソースクロック再生方法およびその方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 演算回路規模あるいは演算回路の動作速度の制限下で、再生ソースクロックの収束時間を短縮でき、かつ収束後の周波数安定度を高めることができ、ソースクロック周波数がゆらぎ耐性に与える影響を最小限に抑えること。

【解決手段】 ソースクロック再生部10は、順次検出された1以上のバッファ残量Hの重み付き平均値をとり、この重み付き平均値に所定の感度Aを乗算し、さらに所定のオフセット値を加算して得られるソースクロック再生用の制御値Uを演算する演算部2と、ソースクロック再生動作開始後から再生ソースクロックであるローカルクロック14がソースクロックの周波数に近づく所定条件を満足するまでの間はソースクロックに高速に収束できる、制御値の演算に用いられる操作量に設定し、この所定条件の満足後の間はソースクロックを安定に再生できる前記操作量に設定する演算制御部5を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 データ送信装置がソースクロックを基準として伝送網に一定速度で送出したデータであって、前記伝送網から一定速度で受信されるデータを保持するバッファ手段と、

このバッファ手段に保持されたデータ量であるバッファ残量を所定間隔で検出し、このバッファ残量に応じて前記ソースクロックを再生するソースクロック再生手段と、

を有するデータ受信装置において、

前記ソースクロック再生手段は、

順次検出された 1 以上のバッファ残量の重み付き平均値をとり、この重み付き平均値に所定の感度係数を乗算し、さらに所定のオフセット値を加算して得られる前記ソースクロック再生用の制御値を演算する演算手段と、ソースクロック再生動作開始後から再生クロックが前記ソースクロックの周波数に近づく所定条件を満足するまでの間はソースクロックに高速に収束できる前記制御値の演算に用いられる操作量に設定し、この所定条件の満足後はソースクロックを安定に再生できる前記操作量に設定する制御手段と、

を備えたことを特徴とするデータ受信装置。

【請求項 2】 前記制御手段は、一定時間を計時するタイマを有し、前記所定条件は、前記タイマによって計時された一定時間の経過であることを特徴とする請求項 1 に記載のデータ受信装置。

【請求項 3】 前記制御手段は、前記再生クロックの周波数変動幅を計測する計測手段を有し、前記所定条件は、前記再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になることであることを特徴とする請求項 1 に記載のデータ受信装置。

【請求項 4】 前記制御手段は、一定時間を計時するタイマと、前記再生クロックの周波数変動幅を計測する計測手段と、を有し、前記所定条件は、前記タイマによって計時された一定時間の経過したこと、または前記再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になること、のいずれか一方を満足することであることを特徴とする請求項 1 に記載のデータ受信装置。

【請求項 5】 前記制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算することを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一つに記載のデータ受信装置。

【請求項 6】 前記制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定することを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一つに記載のデータ受信装置。

【請求項 7】 前記制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する

ことを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一つに記載のデータ受信装置。

【請求項 8】 前記制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算することを特徴とする請求項 1～7 のいずれか一つに記載のデータ受信装置。

【請求項 9】 前記補正値は、最終値が決定され、最終値に向けて時間の経過とともに変化する時間間数値であることを特徴とする請求項 8 に記載のデータ受信装置。

【請求項 10】 前記制御手段は、前記感度係数と前記 1 以上のバッファ残量の重み付き平均演算を規定する平均母数と前記所定間隔との乗算値が最適値に対応した一定値となるように設定することを特徴とする請求項 1～9 のいずれか一つに記載のデータ受信装置。

【請求項 11】 前記制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定する処理、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理、および前記重み付き平均値の演算に用いられる前記 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算する処理のうちの複数の処理を組み合わせることを特徴とする請求項 8 または 9 に記載のデータ受信装置。

【請求項 12】 前記制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算し、さらに前記所定条件を満足した後、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定する処理、および前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理のうちの 1 以上の処理を組み合わせることを特徴とする請求項 11 に記載のデータ受信装置。

【請求項 13】 前記制御手段は、前記再生クロックの周波数変動幅が所定値を超えた場合、ソースクロック再生動作開始前の初期設定状態に復し、この初期設定状態から再生クロックが前記ソースクロックの周波数に近づく所定条件を満足するまでの間はソースクロックを高速に収束できる前記制御値の演算に用いられる操作量に設定し、この所定条件の満足後はソースクロックを安定に再生できる前記操作量に設定することを特徴とする請求項 1～12 のいずれか一つに記載のデータ受信装置。

【請求項 14】 前記制御手段が行う設定制御内容を設定する設定手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1～13 のいずれか 1 項に記載のデータ受信装置。

【請求項 15】 データ送信装置がソースクロックを基準として伝送網に一定速度で送出したデータであって、前記伝送網から一定速度で受信されるデータを保持し、この保持されたデータ量であるバッファ残量を所定間隔で検出し、このバッファ残量に応じて前記ソースクロックを再生するソースクロック再生方法において、ソースクロック再生動作開始後、再生クロックが前記ソースクロックの周波数に近づく所定条件を満足するまでの間、順次検出された 1 以上のバッファ残量の重み付き平均をとり、この重み付き平均値に所定の感度係数を乗算し、さらに所定のオフセット値を加算して得られるソースクロック再生用の制御値を演算出力して前記再生クロックの周波数をソースクロックに高速に収束させる制御を行う第 1 工程と、前記所定条件の満足後、前記制御値の演算に用いられる操作量を変更設定し、前記再生クロックの周波数を安定に再生制御する第 2 工程と、を含むことを特徴とするソースクロック再生方法。

【請求項 16】 前記所定条件は、ソースクロック再生動作開始後の一定時間の経過であることを特徴とする請求項 15 に記載のソースクロック再生方法。

【請求項 17】 前記所定条件は、前記再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になることを特徴とする請求項 15 に記載のソースクロック再生方法。

【請求項 18】 前記所定条件は、ソースクロック再生動作開始後、一定時間が経過したこと、または前記再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になることのいずれか一方を満足することであることを特徴とする請求項 15 に記載のソースクロック再生方法。

【請求項 19】 前記第 2 工程における操作量の変更設定は、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算することを特徴とする請求項 15 ～ 18 のいずれか一つに記載のソースクロック再生方法。

【請求項 20】 前記第 2 工程における操作量の変更設定は、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定することを特徴とする請求項 15 ～ 19 のいずれか一つに記載のソースクロック再生方法。

【請求項 21】 前記第 2 工程における操作量の変更設定は、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更することを特徴とする請求項 15 ～ 20 のいずれか一つに記載のソースクロック再生方法。

【請求項 22】 前記第 2 工程における操作量の変更設定は、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算することを特徴とする請求項 15 ～ 21 のいずれか一つに記載のソースクロック再生方法。

【請求項 23】 前記補正値は、最終値が決定され、最

終値に向けて時間の経過とともに変化する時間関数値であることを特徴とする請求項 22 に記載のソースクロック再生方法。

【請求項 24】 前記操作量は、前記感度係数と前記 1 以上のバッファ残量の重み付き平均演算を規定する平均母数と前記所定間隔との乗算値が最適値に対応した一定値となるように設定することを特徴とする請求項 15 ～ 23 のうちのいずれか一つに記載のソースクロック再生方法。

【請求項 25】 前記第 2 工程は、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理と、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さくする処理と、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理と、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算する処理との中から 2 以上の組み合わせた処理を同時に行うことを特徴とする請求項 22 または 23 に記載のソースクロック再生方法。

【請求項 26】 前記第 2 工程は、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算し、再度前記所定条件を満足した後、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理と、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さくする処理と、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理との中から 1 以上の組み合わせた処理を同時に行う第 3 工程を、さらに含むことを特徴とする請求項 25 に記載のソースクロック再生方法。

【請求項 27】 前記所定条件を満足した後、前記再生クロックの周波数変動幅が所定値を超えた場合、ソースクロック再生動作開始前の初期設定状態に復する第 4 工程をさらに含み、その後、さらに前記第 1 工程、前記第 2 工程、または前記第 3 工程を順次行うことを特徴とする請求項 15 ～ 26 のいずれか一つに記載のソースクロック再生方法。

【請求項 28】 前記請求項 15 ～ 27 のいずれか一つに記載された方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、ATM (Asynchronous Transfer Mode : 非同期転送モード) 網を介して通信を行い、特に送信側に供給されるネットワーククロックとソースクロックが互いに非同期である場合、あるいは送信側と受信側に供給されるネットワーククロック

が互いに非同期である場合に、送信側のソースクロック周波数を受信側において再生するデータ受信装置、これに用いられるソースクロック再生方法およびその方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、マルチメディア時代の通信方式としてATM方式があり、このATM方式は、STM (Synchronous Transfer Mode : 同期転送モード) 方式が端末間において各メディア毎にSTM網の物理回線を占有するのに対して、各メディアに関係なく端末間の回線を論理的な仮想回線として設定することに特徴があり、効率的なマルチメディア通信方式を実現することができる。

【0003】まず、STM方式を採用した通信システムについて説明する。図15は、STM網における電話サービスを実現する通信システム構成図であり、図15において、送信側装置群45は、音声データ(データ列)をSTM網47に一定速度で送信する。受信側装置群46は、STM網47から一定速度で送られてくる音声データを20 受信する。STM網47は、同期転送モードで通信を行い、ネットワーククロック42を出力する。

【0004】電話機40a、40bは、ISDN (Integrated Services Digital Network : 統合サービスデジタル網) に対応した電話機であり、この電話機40a、40bは、それぞれPBX (Private Branch Exchange : 構内電話交換機) 41a、41bに接続される。PBX 41aは、ソースクロック43を有し、PBX 41bは、ローカルクロック44を有する。送信側装置群45の電話機40aに入力された音声情報は、音声データ30 としてPBX 41aを介してSTM網47に一定速度で送信され、さらに受信側装置群46内のPBX 41bを介して電話機10bで受信される。

【0005】図15に示すSTM方式の通信システムでは、基本的に、STM網47に接続されている全ての装置が唯一のクロック周波数に同期して動作するようになっており、図15においては、STM網47内のネットワーククロック42がマスタークロックとなって、PBX 11a内のソースクロック43やPBX 11b内のローカルクロック44が、このマスタークロックに従属同期40 している。

【0006】また、PBX 41aから出力される音声データ(データ列)は、PBX 41a内のソースクロック43を基準とした一定速度、たとえば1.544Mb/sでSTM網47に送信される。ここで、この一定速度での送られるデータ種別をCBR (Constant Bit Rate) データといい、音声データ等がこのCBRデータに対応し、リアルタイム性が要求されるデータである。

【0007】受信側装置群46内のPBX 41bは、STM網47から一定速度で送られてくる音声データを、

ローカルクロック44を基準として受信する。なお、上述したように、ソースクロック43およびローカルクロック44は、共にネットワーククロック42に従属同期しているため、この結果として、ソースクロック43とローカルクロック44とのクロック周波数は同一となっている。従って、PBX 41bは、図示しない内部の受信バッファをオーバーフローあるいはアンダーフローさせることなく、送信側装置群45内のPBX 41aから送信されるCBRデータを正常に受信することができる。

【0008】つぎに、ATM方式を採用した通信システムについて説明する。図16は、図15に対応させ、ATM網における電話サービスを実現する通信システム構成図である。まず、上述したSTM網47、すなわち回線交換網や専用線で実現される電話等のサービスをATM方式で実現するためには、送受信装置(端末)に対してATM網があたかもSTM網であるかのように見せかけるサービス、いわゆる回線エミュレーションサービスが必要となる。

【0009】図16において、このATM通信システムでは、STM網47に代わってATM網50がネットワークとして介在し、このATM網50と送信側装置群45内のPBX 41aとの間に送信CLAD (Cell Assembly and Disassembly : セル組立/分解) 51が設けられ、ATM 50と受信側装置群46内のPBX 41bとの間に受信CLAD 52が設けられ、その他の構成は、図15と同一であり、各部に相当する構成部分には同一符号を付している。この送信CLAD 51、受信CLAD 52を用いることにより、上述した回線エミュレーションサービスが行われる。

【0010】図16において、ATM網50は、非同期転送モードで通信を行い、53バイトの固定長パケットに分割されているATMセル単位で伝送する。送信側装置群45は、音声データをセル形式(ATMセル)で、ATM網50に一定速度で送信する。受信側装置群46は、ATM網50から一定速度で送られてくるATMセルを受信する。ATM網50は、ネットワーククロック42a、42bを有する。電話機40a、40bは、ISDN電話機である。PBX 41a、41bは、それぞれソースクロック43、ローカルクロック44を有する。送信CLAD 51は、一連のデータ列をATMセルに変換し、受信CLAD 52は、受信したATMセルを一連のデータ列に変換する。

【0011】送信側装置群45内の電話機40aに入力された音声情報は、音声データ(データ列)としてPBX 41aを介して送信CLAD 51に入力され、この送信CLAD 51においてATMセル化された後、ATM網50に一定速度で送信される。その後、受信側装置群46内の受信CLAD 52でATMセルが受信され、この受信CLAD 52においてATMセルから元のデータ

列に戻された後、PBX 41b を介して電話機 40b で受信される。

【0012】この ATM 通信システムでは、STM 通信システムと異なり、ATM 網 50 内の装置、たとえば ATM 交換機を含む全ての装置群が唯一のクロック周波数に同期して動作しているとは限らない。すなわち、ATM 網 50 に接続されている全ての装置群に対し、共通的に使用可能な唯一の周波数のクロックが必ずしも供給される訳ではない。この意味で、図 16 に示す ATM 網 50 内には、2つのネットワーククロック 42a、42b が存在し、この 2つのネットワーククロック 42a、42b は互いに周波数同期していない。

【0013】一方、2つの PBX 41a、41b 間で正常に通信を行うためには、同一周波数のクロックを基準とした一定速度でデータを送受信する必要がある。このため、何らかの手段により、PBX 41a 内のソースクロック 43 の周波数を PBX 41b に通知し、PBX 41b 内のローカルクロック 44 の周波数をソースクロック 43 と一致させる必要がある。

【0014】ITU-T (Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union) では、ITU-T 勧告 I.363.1 B-ISDN ATM Adaptation Layer specification: Type 1 AAL において、ローカルクロックの周波数をソースクロックと一致させる機能、すなわち ATM 網を介して接続される送信ユーザと受信ユーザとの間において、送信ユーザ側のソースクロック周波数を受信ユーザ側で再生する機能を、ソースクロック周波数再生機能と定義している。

【0015】また、前記ソースクロック周波数再生法の一つとして、適応クロック法 (Adaptive Clock Method) を規定している。この適応クロック法は、データ転送速度が一定 (CBR) であることと、その転送速度の範囲が送受信側で既知であることを前提条件として用いられ、適応クロック法実現のためのメカニズムは、受信側のみ実装される。つまり、送信側には何も実装する必要がなく、送受信間でやり取りされる特別な制御情報は全く存在しない。

【0016】ここで、データ転送速度の範囲が送受信側で既知であるというのは、たとえば、データ転送速度が $1.544 \text{ Mb/s} \pm 100 \text{ ppm}$ であることを、送受信側共に知っているということを意味している。そして、受信側では、送信側のデータ転送速度、すなわちソースクロック周波数が $1.544 \text{ Mb/s} \pm 100 \text{ ppm}$ の範囲内のどの値であるかを、適応クロック法を用いて算出する。

【0017】この適応クロック法の動作概念について、図 17 を参照して説明する。図 17 において、ソースクロック再生バッファ 23 は、ATM レイヤ構造における AAL (ATM Adaptation Layer: ATM アダプテーションレイヤ) 処理を行う後述する AAL 処理部 20 内に設

けられる。

【0018】受信側では、まず受信セル 60a ~ 60c をソースクロック再生バッファ 23 に順次書き込み、ソースクロック再生バッファ 23 の全容量の中心値 (1/2) である読出開始閾値 TH までバッファリングした後、ローカルクロック 44 を用いて、ソースクロック再生バッファ 23 から受信セル 60a ~ 60c を順次読み出す。適応クロック法では、ローカルクロック 44 の周波数を制御するための制御情報を、ソースクロック再生バッファ 23 内のバッファ残量から算出する。

【0019】たとえば、バッファ残量が増加傾向にある場合には、ソースクロック 43 に比べてローカルクロック 44 の方の周波数が低いと想定されるため、ローカルクロック 44 の周波数を上げるように制御し、逆にバッファ残量が減少傾向にある場合には、ローカルクロック 44 の周波数を下げるように制御する。なお、ITU-T 勧告には、適応クロック法について上述した動作概念だけが示されており、その実現方式の詳細仕様や制御情報の算出方法等については、ほとんど記述されていない。

【0020】つぎに、ソースクロック周波数再生機能を有する従来のデータ受信装置および適応クロック法に関して詳細に説明する。図 18 は、ソースクロック周波数再生機能を有する受信 CLAD 52 の詳細構成を示すブロック図である。図 18 において、物理レイヤ処理部 18 は、ATM レイヤ構造における物理レイヤの処理を行う。ATM レイヤ処理部 19 は、ATM レイヤ構造における ATM レイヤ処理を行う。AAL 処理部 20 は、ATM レイヤ構造における AAL 処理を行う。STM 処理部 21 は、STM における STM インタフェース終端処理を行う。装置管理部 22 は、受信 CLAD 52 全体の装置管理を行う。

【0021】図 19 は、AAL 処理部 20 の詳細構成を示すブロック図である。図 19 において、ソースクロック再生バッファ 23 は、受信セルを一旦保持する。ソースクロック再生部 10 は、ソースクロックの再生を行う。バッファ制御部 11 は、ソースクロック再生バッファ 23 からの読出制御を行う。バッファ残量監視部 12 は、ソースクロック再生バッファ 23 への書込信号と読出信号とからバッファ残量 H を求め、このバッファ残量 H を監視する。制御電圧算出部 1 は、バッファ残量監視部 12 から出力されるバッファ残量 H をもとに後述する電圧制御水晶発振器 13 に対する制御電圧 V を算出する。電圧制御水晶発振器 (VCXO) 13 は、制御電圧算出部 1 からの制御電圧 V に従って発振周波数 (ローカルクロック 44) を変更する。

【0022】図 20 は、制御電圧算出部 1 の詳細構成を示すブロック図である。図 20 において、演算部 2 は、バッファ残量監視部 12 より出力されるバッファ残量 H から制御値 U を算出する。D/A コンバータ 3 は、演算

部2より出力されるデジタル値である制御値Uをアナログ値の制御値に変換する。タイマ4は、演算部2に対して一定周期毎に演算の実行を指示する。

【0023】なお、図18に示す装置管理部22は、受信CLAD52全体の装置管理を行っており、物理レイヤ処理部18、ATMレイヤ処理部19、AAL処理部20、およびSTM処理部21の各部18~21に対して各種パラメータの設定やステータスの収集を行う。この機能を実現するために、装置管理部22と各部18~21は、制御バスで接続されている。

【0024】また、この制御バスは、上述した各種パラメータ設定及びステータス収集のため、各部18~21内の図示しないサブブロック、たとえばAAL処理部20内の各サブブロックにも制御バスが接続されている。さらに、ATMインタフェースとSTMインタフェースにおけるデータバス幅は、シリアル(1ビット)であるが、各部18~21内においては一般的に8ビット幅でデータの送受信が行われる。

【0025】たとえば、ATMインタフェース速度が155.52MHzで、STMインタフェース速度、すなわちソースクロック周波数が1.544MHzであり、かつその変動幅が±100ppmであるとする、受信CLAD52の内部では、上述したように8ビット幅でインタフェースされ、かつそのほとんどがATMインタフェース系のクロックで動作するため、内部の基本クロックは、19.44MHz(=155.52MHz/8ビット)になっている。

【0026】図16において、送信側装置群45内の電話機40aから出力された音声データは、PBX41aを介して送信CLAD51に inputs され、ここでATMセル化された後、ATM網50に一定速度で送信される。その後、さらにATM網50から受信側装置群46に一定速度で送信される。

【0027】ATM網50から受信側装置群46に送信されたATMセルは、受信CLAD52で受信される。すなわち、図18に示すように、ATMインタフェースを介して物理レイヤ処理部18に inputs される。この物理レイヤ処理部18では、SDH(Synchronous Digital Hierarchy:同期デジタルハイアラーク)/SONET(Synchronous Optical Network:同期光ネットワーク)、セル同期等の物理レイヤ処理やシリアル/パラレル(8ビット)変換等が行われる。

【0028】物理レイヤ処理部18によって処理されたデータは、ATMレイヤ処理部19に送られ、ATMレイヤ処理部19では、VPI(Virtual Path Identifier:仮想パス識別子)/VCI(Virtual Channel Identifier:仮想チャンネル識別子)によるフィルタリング等のATMレイヤ処理が行われ、AAL処理部20に渡される。

【0029】一般に、音声データ等のCBRデータは、

AALタイプ1を利用して伝送されるため、AAL処理部20ではAALタイプ1ヘッダ内のシーケンス番号によるセル廃棄/誤挿入のチェック処理、ゆらぎ吸収処理、ATMセルからデータ列への変換、およびソースクロック周波数再生処理等のAALタイプ1処理が行われる。このAAL処理において、STMインタフェースクロックであるソースクロック43の周波数が再生される。

【0030】AAL処理部20によってデータ列に変換された音声データは、さらにSTM処理部21に送られ、このSTM処理部21においてSTMフレーム生成等のSTMインタフェース終端処理やパラレル(8ビット)/シリアル変換が行われ、その後STMインタフェースを介してPBX41bに送信される。つぎに、AAL処理部20におけるソースクロック周波数再生動作の詳細を説明する。

【0031】まず、AAL処理部20内において、ATMレイヤ処理部19から inputs された受信セル60a~60cは、書込信号によってソースクロック再生バッファ23に書き込まれる。ここでは、実効速度1.544Mb/sの音声データが、155.52Mb/sのデータ転送速度でブロック間転送されてくるため、この時の受信セル60a~60cの転送状態は、図3(a)に示すように、セル単位のパースト状態になる。バッファ残量監視部12は、ATMレイヤ処理部19からの書込信号を監視し、ソースクロック再生バッファ23の全容量の中心値(1/2)に設定された読出開始閾値THまで音声データがバッファリングされることを監視する。

【0032】バッファ残量監視部12は、読出開始閾値THまで音声データがバッファリングされたことを検出すると、バッファ制御部11に対してソースクロック再生バッファ23からの読出開始の起動指示Sを行うと同時に、制御電圧算出部1に対しても演算開始を起動指示を行う。その後、制御電圧算出部1内の演算部2は、タイマ4から一定周期で送られてくる演算実行指示に従って、バッファ残量監視部12から送られてくるバッファ残量Hをもとに制御値Uの演算を行う。バッファ残量監視部12は、その後も引き続き書込信号と読出信号の動作からバッファ残量Hを求め、このバッファ残量Hを制御電圧算出部1に通知する。

【0033】ソースクロック再生バッファ23からの読み出しは、音声データの実効速度である1.544Mb/sで行われるため、受信セル60a~60cの転送状態は、図3(b)に示すように、連続したデータ列となる。図3(a)と図3(b)とに示す受信セル60a~60cの長さが異なっているのは、それぞれのデータ転送速度が異なっているためであり、これらのデータサイズは全て同一である。

【0034】制御電圧算出部1は、バッファ残量Hが増加傾向にある場合には、ソースクロック43よりローカ

ルクロック44の方が周波数が低いとみなし、ローカルクロック44の周波数を上げるように電圧制御水晶発信器13を制御し、逆にバッファ残量Hが減少傾向にある場合には、ローカルクロック44の周波数を下げるように制御する。電圧制御水晶発信器13は、制御電圧算出部1からの制御電圧Vに従ってローカルクロック44の発振周波数を変動させる。バッファ制御部11は、電圧制御水晶発信器13から出力されるローカルクロック4

$$\text{制御値}U = \text{感度}A \times ((\text{バッファ残量}H - \text{中心値}C) \text{の重み付き平均値}M) \\ + \text{オフセット値}B \quad \dots (1)$$

である。

【0036】ここで感度Aとは、重み付き平均値Mを制御値Uに変換するための係数で、この値が大きいかほどローカルクロック44の発振周波数は、重み付き平均値Mの変化に対して敏感に反応するようになり、収束時間も短くなる。また、オフセット値Bとは、電圧制御水晶発信器13に基準周波数を出力させる値であり、たとえば、周波数可変範囲が $1.544\text{MHz} \pm 100\text{ppm}$ の場合には、その中心周波数である $1.544\text{MHz} \pm 0\text{ppm}$ を出力させる値を指す。さらに中心値Cとは、

【0037】バッファ残量Hは、具体的なバイト数あるいはビット数で表示されたバッファ残量の場合だけでなく、48バイト、64バイト等の任意の単位で表示された値であつてもよい。たとえば、64バイトを最小単位としてもよい。

【0038】式(1)に示す演算式で算出されたデジタル値である制御値Uは、D/Aコンバータ3によりアナログ値である制御電圧Vに変換され、電圧制御水晶発信器13の出力であるローカルクロック44の周波数を上下させるのに使用される。

【0039】上述したソースクロック周波数再生動作の概要を簡単に分かり易くまとめると、つぎのようになる。

- (1) 重み付き平均値Mが0の場合には、基準周波数($\pm 0\text{ppm}$)を出力する。
- (2) 重み付き平均値Mが0より大きい(プラス)場合には、基準周波数に対して高い周波数を出力する。
- (3) 重み付き平均値Mが0より大きければ大きいほど、高い周波数を出力する。
- (4) 重み付き平均値Mが0より小さい(マイナス)場合には、基準周波数に対して低い周波数を出力する。
- (5) 重み付き平均値Mが0より小さければ小さいほど、低い周波数を出力する。

【0040】このソースクロック周波数再生動作によって、ソースクロック43に周波数同期したローカルクロック44が、電圧制御水晶発信器13から出力される。このローカルクロック44を基準として、バッファ制御

4を基準として、ソースクロック再生バッファ23に対する読出信号を出力する。

【0035】図20において、制御電圧算出部1内では、タイマ4からの演算実行指示に従って、演算部2がバッファ残量Hから制御値Uを算出し、この制御値UをD/Aコンバータ3に通知する。演算部2において制御値Uを求めるために使用される演算式は、たとえば、つぎの式(1)である。すなわち、

部11がソースクロック再生バッファ23に対して読出信号を出力し、この読出信号によってソースクロック再生バッファ23からATMセルが読み出される。

【0041】なお、特開平10-271115号公報には、適応クロック法の具体的実現に関し、ソースクロック再生バッファの前段に平滑化バッファを設けて、ソースクロック再生バッファのバッファ残量の急激な変動を抑え、再生クロック周波数の安定化を図るものが記載されている。

【0042】また、特開平9-247156号公報には、適応クロック法の具体的実現に関し、ソースクロック再生バッファのバッファ残量から再生クロック周波数を算出するものが記載されている。

【0043】また、特開平7-46257号公報には、適応クロック法の具体的実現に関し、バッファ残量の偏差の変化量を監視し、この監視結果をもとにマイクロプロセッサのプログラムを用いて再生クロック周波数を算出し、再生クロック周波数を開ループ制御するものが記載されている。

【0044】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来のATM通信システムにおける受信側のローカルクロック44、すなわち再生クロックの収束時間と収束後の周波数安定度は反比例(トレードオフ)の関係にある。つまり、演算式(1)における感度Aを大きくすればするほど、再生クロックの発振周波数は、重み付き平均値Mの変化に対して敏感に反応し、結果として収束時間が短くなるが、受信セルの到着ゆらぎや、ソースクロック再生バッファ23への受信セルのバースト書き込みによるバッファ残量Hの変動というノイズ成分にも敏感に反応するようになるため、収束後の周波数安定度が悪化する。逆に、演算式(1)における感度Aを小さくすればするほど、ノイズ成分に鈍感となり、収束後の周波数安定度が改善されるが、収束時間が長くなってしまふ。

【0045】従って、従来のソースクロック再生方法では、収束時間の短縮か、あるいは収束後の周波数安定度のどちらか一方を犠牲にせざるを得ないという問題点があった。

【0046】具体的に、図21は、ソースクロック周波数が $1.544\text{MHz} \pm 50\text{ppm}$ で、再生クロック周

波数の初期値が $1.544\text{MHz} \pm 0\text{ppm}$ とした場合における、クロック再生動作開始後の経過時間に対する再生クロック周波数の変化の様子をグラフ化したものである。図 21 において、収束曲線 70a~70c は、演算式 (1) における感度 A を同一かつ一定とし、重み付き平均値 M の算出に使用されたバッファ残量 H の総数を示す平均母数 N、およびバッファ残量 H の検出間隔 T の値をそれぞれ変化させた場合の代表的な収束曲線を示している。この収束曲線 70a~70c の中で、収束曲線 70b が最も理想的な収束曲線であり、収束時間も最短となっている。収束曲線 70a は、平均母数 N または検出間隔 T が収束曲線 70b に対して大きな値である場合を示し、ソースクロック周波数に一致するまでの時間は短い、その後の周波数変動が大きい。また、収束曲線 70c は、平均母数 N または検出間隔 T が収束曲線 70b に対して小さな値である場合を示し、収束時間が遅い。

【0047】収束曲線 70b に示す理想的な収束曲線を得ることができる感度 A、平均母数 N、検出間隔 T の値の組み合わせ、すなわち最適解は、一つのシステムにおいて複数組存在する。但し、このように複数組存在する最適解の中では、感度 A、平均母数 N、検出間隔 T はそれぞれ反比例の関係にあり、これら 3 つのうち 2 つの値を決めると、残りの 1 つの値も一意に決定される。このことを式で表すと以下の式 (2) のようになる。すなわち、

感度 A × 平均母数 N × 検出間隔 T = 一定 …… (2)
である。なお、最適解の収束時間は基本的に感度 A の値にのみ依存する。

【0048】また、重み付き平均演算にはローパスフィルタとしての働きがあり、高調波成分であるノイズ成分を除去し、再生クロック周波数のむやみな変動を抑える効果がある。さらに、平均母数 N を大きくするほど、換言すれば、最新のバッファ残量 H の重みを小さくするほど、ローパスフィルタのカットオフ周波数が小さくなり、収束後の周波数安定度が改善される。

【0049】この結果、再生クロック周波数の収束時間を短くし、さらに収束後の周波数安定度を改善するためには、感度 A と平均母数 N を共にできるだけ大きな値とすればよいことが分かる。

【0050】しかし、平均母数 N を大きくすると、制御値 U の演算回路の規模 (ソフトウェアで演算する場合には演算量) も大きくなってしまふ。さらに、式 (2) の制約 (最適解となるための制約) が存在する以上、感度 A と平均母数 N とを大きくすると検出間隔 T を小さくする必要があり、演算回路の動作速度 (ソフトウェアで演算する場合には演算を行う頻度) も高くなってしまふ。通常、実際に実現できる演算回路の規模や動作速度には上限があるため、その制限によって所望の収束時間や周波数安定度を共に満足する回路が得られない場合があ

る。

【0051】従って、この演算回路規模や演算回路の動作速度を加味すると、上述した従来のソースクロック再生法では、収束時間、収束後の周波数安定度、演算回路規模、あるいは演算回路の動作速度のいずれかを犠牲にせざるを得ないという問題点があった。

【0052】また、送信 CLAD51 から ATM 網 50 に送信される送信セルの送信間隔は一定であるが、ATM 網 50 内における転送遅延の変動によって、受信 CLAD52、ひいてはソースクロック再生バッファ 23 で受信される受信セルの受信間隔は一定ではなく、揺らいでいる可能性が高い。受信 CLAD52 において、ATM セルをデータ列に正常に変換するためには、この受信セルの遅延ゆらぎを何らかの手段で吸収する必要がある。その一つの実現方法として、ソースクロック再生バッファ 23 にゆらぎ吸収バッファとしての機能も担わせる方法が考えられる。この場合、データ受信装置のゆらぎ耐性は、基本的にソースクロック再生バッファ 23 の容量に依存する。

【0053】但し、ゆらぎ耐性は、厳密には「バッファ残量」と「ソースクロック再生バッファ 23 の全容量 - バッファ残量」とのうちの小さい方の値となる。つまり、バッファ残量がソースクロック再生バッファ 23 の全容量の中心値 (1/2) に等しい時にゆらぎ耐性が最高となり、中心値からずれるほど、ゆらぎ耐性が低く、言い替えればオーバーフローあるいはアンダーフローが発生し易くなる。しかし、演算式 (1) で示すように、従来のソースクロック再生方法は、「バッファ残量の中心値からのずれ」の重み付き平均値 M を用いて再生クロックの発振周波数を制御しているため、ソースクロック周波数が基準周波数から離れているほど重み付き平均値 M が 0 から遠ざかり、言い替えればバッファ残量の変動の中心が中心値から遠ざかり、ゆらぎ耐性が低下するという問題点があった。

【0054】この発明は上記に鑑みてなされたもので、演算回路規模あるいは演算回路の動作速度の制限下で、再生クロックの収束時間を短縮でき、かつ収束後の周波数安定度を高めることができ、さらには、ソースクロック周波数がゆらぎ耐性に与える影響を最小限に抑えることができるデータ受信装置、これに用いられるソースクロック再生方法、およびその方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を得ることを目的とする。

【0055】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明にかかるデータ受信装置は、データ送信装置がソースクロックを基準として伝送網に一定速度で送出したデータであって、前記伝送網から一定速度で受信されるデータを保持するバッファ手段と、このバッファ手段に保持されたデータ量であるバッファ残量を所定間

隔で検出し、このバッファ残量に応じて前記ソースクロックを再生するソースクロック再生手段とを有するデータ受信装置において、前記ソースクロック再生手段は、順次検出された 1 以上のバッファ残量の重み付き平均値をとり、この重み付き平均値に所定の感度係数を乗算し、さらに所定のオフセット値を加算して得られる前記ソースクロック再生用の制御値を演算する演算手段と、ソースクロック再生動作開始後から再生クロックが前記ソースクロックの周波数に近づく所定条件を満足するまでの間はソースクロックに高速に収束できる前記制御値の演算に用いられる操作量に設定し、この所定条件の満足後はソースクロックを安定に再生できる前記操作量に設定する制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0056】この発明によれば、演算手段が、順次検出された 1 以上のバッファ残量の重み付き平均値をとり、この重み付き平均値に所定の感度係数を乗算し、さらに所定のオフセット値を加算して得られる前記ソースクロック再生用の制御値を演算する際、制御手段が、ソースクロック再生動作開始後から再生クロックが前記ソースクロックの周波数に近づく所定条件を満足するまでの間はソースクロックに高速に収束できる前記制御値の演算に用いられる操作量に設定し、この所定条件の満足後はソースクロックを安定に再生できる前記操作量に設定するようにしてソースクロックの再生が行われる。

【0057】つぎの発明にかかるデータ受信装置は、上記の発明において、前記制御手段は、一定時間を計時するタイマを有し、前記所定条件は、前記タイマによって計時された一定時間の経過であることを特徴とする。この発明によれば、タイマによって計時された一定時間が経過するまで、ソースクロック周波数に高速に収束させ、一定時間の経過によって周波数安定度の高いクロック再生制御を行う。

【0058】つぎの発明にかかるデータ受信装置は、上記の発明において、前記制御手段は、前記再生クロックの周波数変動幅を計測する計測手段を有し、前記所定条件は、前記再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になることであることを特徴とする。この発明によれば、再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になるまで、ソースクロック周波数に高速に収束させ、再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になると、周波数安定度の高いクロック再生制御を行う。

【0059】つぎの発明にかかるデータ受信装置は、上記の発明において、前記制御手段は、一定時間を計時するタイマと、前記再生クロックの周波数変動幅を計測する計測手段とを有し、前記所定条件は、前記タイマによって計時された一定時間の経過したこと、または前記再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になることのいずれか一方を満足することであることを特徴とする。この発明によれば、一定時間が経過するか、あるいは再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になるかのいずれ

か一方の条件を満足するまで、ソースクロック周波数に高速に収束させ、この一方の条件の満足後、周波数安定度の高いクロック再生制御を行う。

【0060】つぎの発明にかかるデータ受信装置は、上記の発明において、前記制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算することを特徴とする。この発明によれば、所定条件を満足する前は、収束時間が短くなるように感度係数が大きく設定され、所定条件を満足した後は、感度係数を小さく設定するとともに、オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算して、周波数安定度を高めたソースクロックの再生制御を行う。

【0061】つぎの発明にかかるデータ受信装置は、上記の発明において、前記制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定することを特徴とする。この発明によれば、所定条件を満足した後、重み付き平均値の演算に用いられる 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定する。

【0062】つぎの発明にかかるデータ受信装置は、上記の発明において、前記制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更することを特徴とする。この発明によれば、所定条件を満足した後、バッファ残量を検出する所定間隔を変更する。

【0063】つぎの発明にかかるデータ受信装置は、上記の発明において、前記制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算することを特徴とする。この発明によれば、所定条件を満足した後、重み付き平均値の演算に用いられる 1 以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算するようにしている。

【0064】つぎの発明にかかるデータ受信装置は、上記の発明において、前記補正値は、最終値が決定され、最終値に向けて時間の経過とともに変化する時間関数値であることを特徴とする。この発明によれば、補正値は、最終値が決定され、最終値に向けて時間の経過とともに変化する時間関数値としている。

【0065】つぎの発明にかかるデータ受信装置は、上記の発明において、前記制御手段は、前記感度係数と前記 1 以上のバッファ残量の重み付き平均演算を規定する平均母数と前記所定間隔との乗算値が最適値に対応した一定値となるように設定することを特徴とする。この発明によれば、感度係数と平均母数と所定間隔との乗算値が最適値に対応した一定値になるように設定される。

【0066】つぎの発明にかかるデータ受信装置は、上

記の発明において、前記制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定する処理、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理、および前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算する処理のうちの複数の処理を組み合わせることを特徴とする。

【0067】この発明によれば、制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定する処理、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理、および前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算する処理のうちの複数の処理を組み合わせるようになっている。

【0068】つぎの発明にかかるデータ受信装置は、上記の発明において、前記制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算し、さらに前記所定条件を満足した後、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定する処理、および前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理のうちの1以上の処理を組み合わせることを特徴とする。

【0069】この発明によれば、制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算し、さらに前記所定条件を満足した後、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定する処理、および前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理のうちの1以上の処理を組み合わせるようになっている。

【0070】つぎの発明にかかるデータ受信装置は、上記の発明において、前記制御手段は、前記再生クロックの周波数変動幅が所定値を超えた場合、ソースクロック再生動作開始前の初期設定状態に復し、この初期設定状態から再生クロックが前記ソースクロックの周波数に近

づく所定条件を満足するまでの間はソースクロックを高速に収束できる前記制御値の演算に用いられる操作量に設定し、この所定条件の満足後はソースクロックを安定に再生できる前記操作量に設定することを特徴とする。

【0071】この発明によれば、制御手段は、前記再生クロックの周波数変動幅が所定値を超えた場合、ソースクロック再生動作開始前の初期設定状態に復し、この初期設定状態から再生クロックが前記ソースクロックの周波数に近づく所定条件を満足するまでの間はソースクロックを高速に収束できる前記制御値の演算に用いられる操作量に設定し、この所定条件の満足後はソースクロックを安定に再生できる前記操作量に設定するようにしている。

【0072】つぎの発明にかかるデータ受信装置は、上記の発明において、前記制御手段が行う設定制御内容を設定する設定手段をさらに備えたことを特徴とする。この発明によれば、設定手段を用いて、制御手段が行う設定制御内容を設定することができる。

【0073】つぎの発明にかかるソースクロック再生方法は、データ送信装置がソースクロックを基準として伝送網に一定速度で送出したデータであって、前記伝送網から一定速度で受信されるデータを保持し、この保持されたデータ量であるバッファ残量を所定間隔で検出し、このバッファ残量に応じて前記ソースクロックを再生するソースクロック再生方法において、ソースクロック再生動作開始後、再生クロックが前記ソースクロックの周波数に近づく所定条件を満足するまでの間、順次検出された1以上のバッファ残量の重み付き平均をとり、この重み付き平均値に所定の感度係数を乗算し、さらに所定のオフセット値を加算して得られるソースクロック再生用の制御値を演算出力して前記再生クロックの周波数をソースクロックに高速に収束させる制御を行う第1工程と、前記所定条件の満足後、前記制御値の演算に用いられる操作量を変更設定し、前記再生クロックの周波数を安定に再生制御する第2工程とを含むことを特徴とする。

【0074】この発明によれば、まず、ソースクロック再生動作開始後、再生クロックが前記ソースクロックの周波数に近づく所定条件を満足するまでの間、順次検出された1以上のバッファ残量の重み付き平均をとり、この重み付き平均値に所定の感度係数を乗算し、さらに所定のオフセット値を加算して得られるソースクロック再生用の制御値を演算出力して前記再生クロックの周波数をソースクロックに高速に収束させる制御を行い、つぎに、前記所定条件の満足後、前記制御値の演算に用いられる操作量を変更設定し、前記再生クロックの周波数を安定に再生制御するようにしている。

【0075】つぎの発明にかかるソースクロック再生方法は、上記の発明において、前記所定条件は、ソースクロック再生動作開始後の一定時間の経過であることを特

徴とする。この発明によれば、タイマによって計時された一定時間が経過するまで、ソースクロック周波数に高速に収束させ、一定時間の経過によって周波数安定度の高いクロック再生制御を行う。

【0076】つぎの発明にかかるソースクロック再生方法は、上記の発明において、前記所定条件は、前記再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になることであることを特徴とする。この発明によれば、再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になるまで、ソースクロック周波数に高速に収束させ、再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になると、周波数安定度の高いクロック再生制御を行う。

【0077】つぎの発明にかかるソースクロック再生方法は、上記の発明において、前記所定条件は、ソースクロック再生動作開始後、一定時間が経過したこと、または前記再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になることのいずれか一方を満足することであることを特徴とする。この発明によれば、一定時間が経過するか、あるいは再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になるかのいずれか一方の条件を満足するまで、ソースクロック周波数に高速に収束させ、この一方の条件の満足後、周波数安定度の高いクロック再生制御を行う。

【0078】つぎの発明にかかるソースクロック再生方法は、上記の発明において、前記第2工程における操作量の変更設定は、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算することであることを特徴とする。この発明によれば、第2工程における操作量の変更設定は、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算するようにしている。

【0079】つぎの発明にかかるソースクロック再生方法は、上記の発明において、第2工程における操作量の変更設定は、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定することであることを特徴とする。この発明によれば、第2工程における操作量の変更設定は、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定するようにしている。

【0080】つぎの発明にかかるソースクロック再生方法は、上記の発明において、前記第2工程における操作量の変更設定は、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更することであることを特徴とする。この発明によれば、第2工程における操作量の変更設定は、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更するようにしている。

【0081】つぎの発明にかかるソースクロック再生方法は、上記の発明において、第2工程における操作量の変更設定は、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算することであることを特徴とする。こ

の発明によれば、第2工程における操作量の変更設定は、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算するようにしている。

【0082】つぎの発明にかかるソースクロック再生方法は、上記の発明において、前記補正値は、最終値が決定され、最終値に向けて時間の経過とともに変化する時間関数値であることを特徴とする。この発明によれば、前記補正値は、最終値が決定され、最終値に向けて時間の経過とともに変化する時間関数値であるようにしている。

【0083】つぎの発明にかかるソースクロック再生方法は、上記の発明において、前記操作量は、前記感度係数と前記1以上のバッファ残量の重み付き平均演算を規定する平均母数と前記所定間隔との乗算値が最適値に対応した一定値となるように設定することであることを特徴とする。この発明によれば、前記操作量は、前記感度係数と前記1以上のバッファ残量の重み付き平均演算を規定する平均母数と前記所定間隔との乗算値が最適値に対応した一定値となるように設定するようにしている。

【0084】つぎの発明にかかるソースクロック再生方法は、上記の発明において、前記第2工程は、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理と、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さくする処理と、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理と、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算する処理との中から2以上の組み合わせた処理を同時に行うことを特徴とする。

【0085】この発明によれば、前記第2工程は、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理と、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さくする処理と、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理と、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算する処理との中から2以上の組み合わせた処理を同時に行うようにしている。

【0086】つぎの発明にかかるソースクロック再生方法は、上記の発明において、前記第2工程は、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算し、再度前記所定条件を満足した後、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理と、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さくする処理と、

前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理との中から1以上の組み合わせた処理を同時に行う第3工程をさらに含むことを特徴とする。

【0087】この発明によれば、前記第2工程は、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算し、再度前記所定条件を満足した後、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理と、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さくする処理と、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理との中から1以上の組み合わせた処理を同時に行うようにしている。

【0088】つぎの発明にかかるソースクロック再生方法は、上記の発明において、前記所定条件を満足した後、前記再生クロックの周波数変動幅が所定値を超えた場合、ソースクロック再生動作開始前の初期設定状態に復する第4工程をさらに含み、その後、さらに前記第1工程、前記第2工程、または前記第3工程を順次行うことを特徴とする。この発明によれば、前記所定条件を満足した後、前記再生クロックの周波数変動幅が所定値を超えた場合、ソースクロック再生動作開始前の初期設定状態に復し、その後、さらに前記第1工程、前記第2工程、または前記第3工程を順次行うようにしている。

【0089】つぎの発明にかかる記録媒体は、上記の発明のいずれか一つに記載された方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したことで、そのプログラムを機械読み取り可能となり、これによって、上記発明の動作をコンピュータによって実現することができる。

【0090】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照して、この発明にかかるデータ受信装置、これに用いられるソースクロック再生方法およびその方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0091】実施の形態1. まず、この発明の実施の形態1について説明する。図1は、この発明の実施の形態1であるデータ受信装置を含むATM通信システムの機能構成ブロック図である。ここで、データ受信装置は、受信CLAD52に相当し、図1に示すATM通信システムでは、図16～図19に示した従来のATM通信システムと同様な構成であるが、制御電圧算出部1の内部構成が従来のATM通信システムとは異なる。なお、従来のATM通信システムと同一の構成部分には同一符号を付している。

【0092】図1において、制御電圧算出部1の演算部2は、バッファ残量監視部12から出力されるバッファ残量Hをもとに制御値Uを算出する。D/Aコンバータ3は、演算部2から出力されるデジタル値である制御値

Uをアナログ値に変換する。タイマ4は、演算部2に対して一定周期毎に演算の実行を指示する。演算制御部5は、演算部2に対して平均母数Nを通知すると共に、感度Aを含む演算式の変更を指示し、さらにタイマ4に対してバッファ残量Hの検出間隔Tを通知する。

【0093】送信側装置群45内の送信CLAD51から一定速度で送信された音声データ、すなわちATMセルは、ATM網50を介して受信側装置群46内の受信CLAD52で受信される。その後、受信CLAD52内の受信されたATMセルは、物理レイヤ処理部18、ATMレイヤ処理部19を介してAAL処理部20に入力され、AALタイプ1ヘッダ内のシーケンス番号によるセル廃棄/誤挿入のチェック処理、ゆらぎ吸収処理、ATMセルからデータ列への変換、およびソースクロック周波数再生処理等のAALタイプ1処理が行われる。AAL処理部20でデータ列に変換された音声データは、続いてSTM処理部21へ送られる。

【0094】つぎに、ソースクロック周波数再生動作の詳細を説明する。まず、AAL処理部20内において、ATMレイヤ処理部19から入力された受信セル60a～60cは、書込信号によってソースクロック再生バッファ23に書き込まれる。ここでは、実効速度1.544Mb/sの音声データが、155.52Mb/sのデータ転送速度でブロック間転送されてくるため、この時の受信セル60a～60cのデータ転送状態は、図3(a)に示すようなセル単位のパースト状となる。

【0095】バッファ残量監視部12は、ATMレイヤ処理部19からの書込信号を監視し、ソースクロック再生バッファ23の全容量の中心値(1/2)に設定された読出開始閾値THまで音声データがバッファリングされることを監視する。バッファ残量監視部12は、読出開始閾値THまで音声データがバッファリングされたことを検出すると、バッファ制御部11に対してソースクロック再生バッファ23からの読出開始の起動指示を行うと同時に、制御電圧算出部1に対しても演算開始を起動指示を行う。その後、制御電圧算出部1内の演算部2は、タイマ4から一定周期で送られてくる演算実行指示に従って、バッファ残量監視部12から送られてくるバッファ残量Hをもとに制御値Uの演算を行う。バッファ残量監視部12は、その後も引き続き書込信号と読出信号の動作からバッファ残量Hを求め、このバッファ残量Hを制御電圧算出部1に通知する。

【0096】ソースクロック再生バッファ23からの受信セルの読出は、音声データの実効速度である1.544Mb/sで行われるため、受信セル60a～60cのデータ転送状態は、図3(b)に示すように連続したデータ列となる。図3(a)と図3(b)に示す受信セル60～60cの長さが異なっているのは、それぞれのデータ転送速度が異なっているためであり、これらのデータサイズは全て同一である。

【0097】制御電圧算出部1は、バッファ残量Hが増加傾向にある場合には、ソースクロック43に比べてローカルクロック44の方が周波数が低いとみなし、ローカルクロック44の周波数を上げるように電圧制御水晶発信器13を制御し、逆にバッファ残量Hが減少傾向にある場合には、ローカルクロック44の周波数を下げるように制御する。電圧制御水晶発信器13は、制御電圧算出部1からの制御電圧Vに従って、ローカルクロック44の発振周波数を変動させる。バッファ制御部11

$$\text{制御値}U = \text{感度}A \times ((\text{バッファ残量}H - \text{中心値}C) \text{の重み付き平均値}M) \\ + \text{オフセット値}B \quad \dots (1)$$

である。

【0099】ここで、感度Aとは、重み付き平均値Mを制御値Uに変換するための係数で、これが大きいほどローカルクロック44の発振周波数が重み付き平均値Mの変化に対して敏感に反応するようになり、収束時間も短くなる。また、オフセット値Bとは、電圧制御水晶発信器13に基準周波数を出力させる値であり、たとえば、周波数可変範囲が1.544MHz±100ppmの場合には、その中心周波数である1.544MHz±0ppmを出力させる値を指す。さらに中心値Cとは、ソースクロック再生バッファ23の全容量の中心値(1/2)のことであり、これは読出開始閾値THと同一である。

【0100】バッファ残量Hは、具体的なバイト数あるいはビット数で表示されたバッファ残量の場合だけでなく、48バイト、64バイト等の任意の単位で表示された値であってもよい。たとえば、64バイトを最小単位としてもよい。

【0101】制御値Uの演算式として式(1)を採用するシステムでは、基本的に音声データの転送速度が遅いほどローカルクロック44の収束時間が長くなる傾向がある。しかし、収束時間を短くするため、単に感度Aを

$$\text{制御値}U = \text{感度}A \times ((\text{バッファ残量}H - \text{中心値}C) \text{の重み付き平均値}M) \\ + \text{オフセット値}B + \text{補正值}D \quad \dots (3)$$

【0105】ここで、感度Aの初期値(大きな値)をA0、変更後の小さな値をA1、感度A変更時の重み付き平均値MをM0とすると、たとえば、補正值Dは以下に示す式(3)で求められる。すなわち、
補正值D = (A0 - A1) × M0 …… (4)

【0106】また、ローカルクロック44の収束曲線が収束曲線70bに示すような理想形となる感度A、平均母数N、バッファ残量Hの検出間隔Tの間には、上述した式(2)の関係が存在する。従って、感度Aの変更後も収束曲線が理想形、すなわち最適解を維持するためには、平均母数Nあるいは検出間隔Tのどちらから一方、あるいは両方を、感度Aの変更と同時に変更させて式

(2)を満足させる必要がある。たとえば、感度Aを初期値の1/4倍に変更する場合、この変更と同時に、平

は、電圧制御水晶発信器13からのローカルクロック44を基準として、ソースクロック再生バッファ23に対する読出信号を出力する。

【0098】図1に示すように、制御電圧算出部1内では、タイマ4からの演算実行指示に従って、演算部2がバッファ残量Hから制御値Uを算出し、この制御値UをD/Aコンバータ3に通知する。演算部2において制御値Uを求めるために使用される演算式は、

大きくすると、収束後の周波数安定度が悪化してしまう。そこで、感度Aの初期値、すなわちクロック再生動作開始直後の感度Aを大きな値としておき、一定時間Pが経過したら小さい値に変更するようにする。つまり、感度Aを大きな値から小さい値に変化させることによって、収束時間の短縮と収束後の周波数安定度の改善を図る。なお、ここで言う一定時間Pとは、感度Aの初期値(大きな値)において、ローカルクロック44が十分収束する時間を意味する。

【0102】ところが、式(1)において感度Aを突然小さい値に変更すると、その瞬間に制御値Uも小さい値となってしまう。その結果として、ローカルクロック44の周波数も急激に小さくなってしまい、それまでの動作で折角ソースクロック43の周波数に近づいたのにもかかわらず、再びソースクロック43の周波数から離れてしまう。

【0103】このため、実施の形態1では、感度Aを小さい値に変更すると同時に、制御値Uの演算式をつぎの式(3)に変更する。すなわち、感度Aを小さい値に変更することによって失われた値を、オフセット値Bに対して補正值Dを加算することで補てんする。

【0104】

均母数Nを4倍とする、あるいは検出間隔Tを4倍とするようにする、あるいは平均母数Nと検出間隔Tとを共に2倍にする、さらには平均母数Nを8倍かつ検出間隔Tを1/2倍とする等、種々の変更組合せが可能である。

【0107】なお、この平均母数Nと検出間隔Tの変更後の値については、適用システムにおける演算回路の規模や動作速度の制限を勘案して、そのシステムに最適な値を選択する。

【0108】なお、一定時間P経過後において収束曲線の理想形を維持する必要がないとシステム設計者が判断した場合には、平均母数Nと検出間隔Tを最適解とならない値に変更してもよいし、全く変更しなくてもよいのは言うまでもない。

【0109】演算制御部5は、感度Aを含む演算式変更

指示Fと平均母数Nとバッファ残量Hの検出間隔Tとの変更制御を同時に行う。これらの初期値と変更後の値は演算制御部5内に保持され、必要なタイミングで演算制御部5から演算部2及びタイマ4に通知される。なお、演算制御部5は、感度Aを演算式変更指示Fと独立して変更指示するようにしてもよい。演算制御部5は、クロック再生動作の開始タイミングと、一定時間Pが経過したことの検出も行う。演算制御部5は、バッファ残量監視部12からの起動指示Sとタイマ4からの演算実行指示を監視することによって、これらのタイミングを検出するとともに、タイマ6によって起動後後の一定時間Pを計測する。なお、一定時間Pの長さは演算制御部5内のタイマ6によって計測されるが、その時間長さは内部に保持される。

【0110】演算制御部5からの演算式変更指示Fを受信した演算部2は、その時点の重み付き平均値MをM0としてラッチし、補正值Dを算出すると共に、制御値Uの演算式を式(1)から式(3)に変更する。

【0111】ここで、図2のフローチャートを参照して、制御電圧算出部1の一連の制御処理手順について説明する。まず、演算制御部5はバッファ残量監視部12からの起動指示Sを受けたか否かを判断し(ステップS11)、起動指示Sを受けた場合(ステップS11、YES)には、タイマ6をリセットし(ステップS12)、一定時間Pの計測を開始する。その後、演算制御部5は、初期設定されている検出間隔Tをタイマ4に指示するとともに、平均母数N、および感度Aを含む演算式(1)を演算部2に指示する(ステップS13)。その後、演算部2は、タイマ4から入力される検出間隔T毎の演算実行指示時に、指示されている値をもとに演算式(1)を演算し、制御量UをD/Aコンバータ3に出力する(ステップS14)。

【0112】その後、演算制御部5は、タイマ6が計測している時間が一定時間Pを経過したか否かを判断し(ステップS15)、一定時間Pを経過した場合(ステップS15、YES)には、周波数安定度を得るべく、感度Aを含む演算式変更指示F、すなわち感度Aを小さくする指示と演算式を式(1)から式(3)に変更する指示とを演算部2に送出するとともに、検出間隔Tおよび平均母数Nの変更指示をそれぞれタイマ4および演算部2に対して行い(ステップS16)、一定時間Pを経過していない場合(ステップS15、NO)には、ステップS14に移行して制御量Uの出力を継続する。その後、演算部2は、変更指示された値をもとに演算式(3)を演算し、演算結果である制御量UをD/Aコンバータ3に出力し(ステップS17)、この処理を繰り返す。

【0113】このようにして求められたデジタル値である制御値Uは、D/Aコンバータ3によって、アナログ値である制御電圧Vに変換され、電圧制御水晶発信器1

3の出力であるローカルクロック44の周波数を上下させるのに用いられる。上述したソースクロック再生部10によるソースクロック周波数再生動作によって、ソースクロック43に周波数同期したローカルクロック44が、電圧制御水晶発信器13から出力される。このローカルクロック44を基準として、バッファ制御部11がソースクロック再生バッファ23に対して読出信号を出力し、これにより、ソースクロック再生バッファ23からATMセルが読み出される。

【0114】上述したこの発明の実施の形態1によれば、クロック再生動作開始直後は収束時間が短くなるように感度Aを設定し、その後一定時間Pが経過したら周波数安定度が改善されるように感度A、平均母数N、バッファ残量の検出間隔Tを変更すると共に、オフセット値Bに対して補正值Dを加算するようにしたため、ローカルクロック44の収束時間と収束後の周波数安定度とをシステム設計者がある程度自由に選択できることになり、適用されるATM通信システムに最適な値とすることができるといふ効果が得られる。

【0115】実施の形態2、つぎに、この発明の実施の形態2について説明する。図4は、この発明の実施の形態2であるデータ受信装置を含むATM通信システムの機能構成ブロック図である。ここで、このデータ受信装置は、受信CLAD52に相当し、図4に示すATM通信システムでは、図16～図19に示した従来のATM通信システムと同様な構成であるが、制御電圧算出部1の内部構成が従来のATM通信システムとは異なる。なお、従来のATM通信システムと同一の構成部分には同一符号を付している。

【0116】実施の形態1では、演算制御部5内にタイマ6を有し、一定時間P経過した後に、感度Aを含む演算式、平均母数N、バッファ残量Hの検出間隔Tを変更するようにしていたが、この実施の形態2では、演算制御部5内に周波数変動検出部7を設け、この周波数変動検出部7がローカルクロック44の周波数変動幅を検出し、所定の閾値G以下になった場合に、感度Aを含む演算式、平均母数N、バッファ残量Hの検出間隔Tを変更するようにしている。すなわち、実施の形態1では、収束時間を重視していたが、実施の形態2では、周波数安定度を重視するようにしている。

【0117】図4に示すように、実施の形態2の構成は、図1に示す実施の形態1の構成における演算制御部5の構成が異なるのみで、その他の構成および動作は、実施の形態1と同じである。

【0118】演算制御部5は、演算部2から出力される制御値Uを常に監視するとともに、周波数変動検出部7によってローカルクロック44の周波数変動幅を検出する。この周波数変動幅は、たとえばタイマ4からの演算実行指示の発生間隔等、ある一定間隔で繰り返される観測時間内のローカルクロック44の周波数の最大値と最

小値の差と定義してもよく、単に観測時間の開始時点の周波数と終了時点あるいはつぎの開始時点の周波数との差と定義してもよい。この周波数変動幅の定義は、システム設計者が適用システムに合わせて適宜決定する。なお、ソースクロック 14 の周波数変動幅の閾値 G は、演算制御部 5 が保持している。

【0119】ここで、図 5 のフローチャートを参照して、制御電圧算出部 1 の一連の制御処理手順について説明する。まず、演算制御部 5 はバッファ残量監視部 12 からの起動指示 S を受けたか否かを判断し（ステップ S 21）、起動指示 S を受けた場合（ステップ S 21、YES）には、初期設定されている検出間隔 T をタイマ 4 に指示するとともに、平均母数 N、および感度 A を含む演算式（1）を演算部 2 に指示する（ステップ S 22）。その後、演算部 2 は、タイマ 4 から入力される検出間隔 T 毎の演算実行指示時に、指示されている値をもとに演算式（1）を演算し、制御量 U を D/A コンバータ 3 に出力する（ステップ S 23）。

【0120】その後、演算制御部 5 は、周波数変動検出部 7 が検出する周波数変動幅が所定の閾値 G 以下であるか否かを判断し（ステップ S 24）、所定の閾値 G 以下でない場合（ステップ S 24、NO）には、ステップ S 23 に移行して制御量 U の出力処理を繰り返す。一方、周波数変動幅が所定の閾値 G 以下である場合（ステップ S 24、YES）には、周波数安定度を得るべく、感度 A を含む演算式変更指示 F、すなわち感度 A を小さくする指示と演算式を式（1）から式（3）に変更する指示とを演算部 2 に送出するとともに、検出間隔 T および平均母数 N の変更指示をそれぞれタイマ 4 および演算部 2 に対して行う（ステップ S 25）。その後、演算部 2 は、変更指示された値をもとに演算式（3）を演算し、演算結果である制御量 U を D/A コンバータ 3 に出力し（ステップ S 17）、この処理を繰り返す。

【0121】このようにして求められたデジタル値である制御値 U は、D/A コンバータ 3 によって、アナログ値である制御電圧 V に変換され、電圧制御水晶発信器 13 の出力であるローカルクロック 44 の周波数を上下させるのに用いられる。

【0122】上述したソースクロック再生部 10 によるソースクロック周波数再生動作によって、ソースクロック 43 に周波数同期したローカルクロック 44 が、電圧制御水晶発信器 13 から出力される。このローカルクロック 44 を基準として、バッファ制御部 11 がソースクロック再生バッファ 23 に対して読出信号を出力し、これにより、ソースクロック再生バッファ 23 から ATM セルが読み出される。

【0123】上述した実施の形態 2 によれば、クロック再生動作開始直後は収束時間が短くなるように感度 A を設定し、その後ローカルクロック 44 の周波数変動幅が閾値 F 以下となったら周波数安定度が改善されるように

感度 A、平均母数 N、バッファ残量の検出間隔 T を変更すると共に、オフセット値 B に対して補正值 D を加算するようにしたため、ローカルクロック 44 の収束時間と収束後の周波数安定度をシステム設計者がある程度自由に選択できるようになり、適用される ATM 通信システムに最適な値とすることができるという効果が得られる。

【0124】実施の形態 3、つぎに、この発明の実施の形態 3 について説明する。図 6 は、この発明の実施の形態 3 であるデータ受信装置を含む ATM 通信システムの機能構成ブロック図である。ここで、このデータ受信装置は、受信 CLAD 52 に相当し、図 6 に示す ATM 通信システムでは、図 16～図 19 に示した従来の ATM 通信システムと同様な構成であるが、制御電圧算出部 1 の内部構成が従来の ATM 通信システムとは異なる。なお、従来の ATM 通信システムと同一の構成部分には同一符号を付している。

【0125】実施の形態 1 では、演算制御部 5 内にタイマ 6 を有し、一定時間 P 経過した後に、感度 A を含む演算式、平均母数 N、バッファ残量 H の検出間隔 T を変更するようにし、また、実施の形態 2 では、演算制御部 5 内に周波数変動検出部 7 を設け、この周波数変動検出部 7 がローカルクロック 44 の周波数変動幅を検出し、所定の閾値 G 以下になった場合に、感度 A を含む演算式、平均母数 N、バッファ残量 H の検出間隔 T を変更するようにしていたが、この実施の形態 3 では、演算制御部 5 内にタイマ 6、周波数変動検出部 7、および判断部 8 を設け、判断部 8 が、タイマ 6 によって計測される一定時間 P を経過し、あるいは周波数変動検出部 7 が検出した周波数変動幅が所定の閾値 G 以下である、いずれかの条件を満足する場合に、感度 A を含む演算式、平均母数 N、バッファ残量 H の検出間隔 T を変更するようにしている。

【0126】図 6 に示すように、実施の形態 3 の構成は、図 1 に示す実施の形態 1 の構成または図 4 に示す実施の形態 2 の構成における演算制御部 5 の構成が異なるのみで、その他の構成および動作は、実施の形態 1 または実施の形態 2 と同じである。

【0127】演算制御部 5 は、判断部 8 が、タイマ 6 によって計測される一定時間 P が経過した場合、あるいは周波数変動検出部 7 によって検出されるローカルクロック 44 の周波数変動幅が所定の閾値 G 以下になった場合のいずれか一方を満足する場合に、感度 A を含む演算式を式（1）から式（3）に変更指示するとともに、平均母数 N、検出間隔 T の変更指示を行う。この周波数変動幅は、実施の形態 2 と同様に、たとえばタイマ 4 からの演算実行指示の発生間隔等、ある一定間隔で繰り返される観測時間内のローカルクロック 44 の周波数の最大値と最小値の差と定義してもよく、単に観測時間の開始時点の周波数と終了時点あるいはつぎの開始時点の周波数

との差と定義してもよい。この周波数変動幅の定義は、システム設計者が適用システムに合わせて適宜決定する。なお、ソースクロック 14 の周波数変動幅の閾値 G および一定時間 P は、演算制御部 5 が保持している。

【0128】ここで、図 7 のフローチャートを参照して、制御電圧算出部 1 の一連の制御処理手順について説明する。まず、演算制御部 5 はバッファ残量監視部 12 からの起動指示 S を受けたか否かを判断し（ステップ S 31）、起動指示 S を受けた場合（ステップ S 31、YES）には、タイマ 6 をリセットし（ステップ S 32）、一定時間 P の計測を開始する。その後、演算制御部 5 は、初期設定されている検出間隔 T をタイマ 4 に指示するとともに、平均母数 N、および感度 A を含む演算式 (1) を演算部 2 に指示する（ステップ S 33）。

【0129】その後、演算部 2 は、タイマ 4 から入力される検出間隔 T 毎の演算実行指示時に、指示されている値をもとに演算式 (1) を演算し、制御量 U を D/A コンバータ 3 に出力する（ステップ S 34）。その後、演算制御部 5 の判断部 8 は、タイマ 6 によって計測された時間が一定時間 P を経過したか否かを判断し（ステップ S 35）、一定時間 P を経過している場合（ステップ S 35、YES）には、ステップ S 37 に移行する。

【0130】一定時間 P を経過していない場合（ステップ S 35、NO）には、さらに周波数変動検出部 7 が検出する周波数変動幅が所定の閾値 G 以下であるか否かを判断し（ステップ S 36）、所定の閾値 G 以下でない場合（ステップ S 36、NO）には、ステップ S 34 に移行して制御量 U の出力処理を繰り返す。一方、周波数変動幅が所定の閾値 G 以下である場合（ステップ S 36、YES）には、ステップ S 37 に移行し、周波数安定度を得るべく、感度 A を含む演算式変更指示 F、すなわち感度 A を小さくする指示と演算式を式 (1) から式 (3) に変更する指示とを演算部 2 に送出するとともに、検出間隔 T および平均母数 N の変更指示をそれぞれタイマ 4 および演算部 2 に対して行う（ステップ S 37）。その後、演算部 2 は、変更指示された値をもとに演算式 (3) を演算し、演算結果である制御量 U を D/A コンバータ 3 に出力し（ステップ S 17）、この処理を繰り返す。

【0131】このようにして求められたデジタル値であ

$$\text{制御値 } U = \text{感度 } A \times ((\text{バッファ残量 } H - \text{中心値 } C + \text{補正值 } E) \text{ の重み付き平均値 } M) + \text{オフセット値 } B \quad \dots (5)$$

である。この演算式 (5) は、所定条件を満足した後、バッファ残量 H に補正值 E を加算する点で、演算式 (1) と異なる。

【0136】この補正值 E は、周波数収束後のバッファ残量 H を可能な限り中心値 C に近づける役割を果たすパラメータで、たとえばクロック再生動作開始後一定時間 P が経過した時点など、収束後のある時点の重み付き平均値 M を補正值 E として採用すること等が考えられる。

る制御値 U は、D/A コンバータ 3 によって、アナログ値である制御電圧 V に変換され、電圧制御水晶発信器 13 の出力であるローカルクロック 44 の周波数を上下させるのに用いられる。

【0132】上述したソースクロック再生部 10 によるソースクロック周波数再生動作によって、ソースクロック 43 に周波数同期したローカルクロック 44 が、電圧制御水晶発信器 13 から出力される。このローカルクロック 44 を基準として、バッファ制御部 11 がソースクロック再生バッファ 23 に対して読出信号を出力し、これにより、ソースクロック再生バッファ 23 から ATM セルが読み出される。

【0133】上述した実施の形態 3 によれば、クロック再生動作開始直後は収束時間が短くなるように感度 A を設定し、その後ローカルクロック 44 の周波数変動幅が閾値 F 以下となるか、あるいは一定時間 P が経過したら周波数安定度が改善されるように感度 A、平均母数 N、バッファ残量の検出間隔 T を変更すると共に、オフセット値 B に対して補正值 D を加算するようにしたため、ローカルクロック 44 の収束時間と収束後の周波数安定度をシステム設計者がある程度自由に選択できるようになり、適用される ATM 通信システムに最適な値とすることができるといふ効果が得られる。

【0134】実施の形態 4、つぎに、この発明の実施の形態 4 について説明する。この実施の形態 4 は、実施の形態 1 から実施の形態 3 における構成と同様であり、第 2 および実施の形態 3 と同様に演算制御部 5 の構成および動作が第 1 から実施の形態 3 と異なる。

【0135】第 1 から実施の形態 3 では、いずれも所定条件、すなわち一定時間 P が経過すること、周波数変動幅が所定の閾値 G 以下であること、一定時間 P が経過するか、または周波数変動幅が所定の閾値 G 以下になるかのいずれか一方を満足することを条件として、感度 A を含む演算式、平均母数 N、バッファ残量 H の検出間隔 T を変更するようにしていたが、実施の形態 4 では、この所定条件前は、第 1 から実施の形態 3 と同様の処理を行い、所定条件を満足した後、感度 A を含む演算式、平均母数 N、バッファ残量 H の検出間隔 T を変更せずに、式 (1) からつぎに示す式 (5) に変更するのみである。

すなわち、

式 (5) に示すように、この補正值 E を加算することによって、ソースクロック 43 の周波数にかかわらず、バッファ残量 H は周波数収束後も中心値 C をほぼ中心として前後にゆらぐようになる。

【0137】演算制御部 5 は、タイマ 6 によって計測される一定時間 P が経過した場合、周波数変動検出部 5 によって検出されるローカルクロック 44 の周波数変動幅が所定の閾値 G 以下になった場合、一定時間 P が経過し

た場合あるいは周波数変動幅が所定の閾値G以下になった場合のいずれか一方を満足する場合に、演算式を式

(1)から式(5)に変更指示し、平均母数N、検出間隔Tの変更指示は行わない。この周波数変動幅は、第2および実施の形態3と同様に、たとえばタイマ4からの演算実行指示の発生間隔等、ある一定間隔で繰り返される観測時間内のローカルクロック44の周波数の最大値と最小値の差と定義してもよく、単に観測時間の開始時点の周波数と終了時点あるいはつぎの開始時点の周波数との差と定義してもよい。この周波数変動幅の定義は、システム設計者が適用システムに合わせて適宜決定する。なお、ソースクロック14の周波数変動幅の閾値Gおよび一定時間Pは、演算制御部5が保持している。

【0138】演算制御部5からの演算式変更指示を受信した演算部2は、たとえばその時点の重み付き平均値Mを補正值Eとしてラッチすると共に、制御値Uの演算式を式(1)から式(5)に変更する。

【0139】ここで、図8のフローチャートを参照して、制御電圧算出部1の一連の制御処理手順について説明する。なお、ここでは、実施の形態1で示した一定時間Pが経過することを所定条件として処理しており、その他第2から実施の形態3で示した所定条件を採用するようにしてもよい。

【0140】まず、演算制御部5はバッファ残量監視部12からの起動指示Sを受けたか否かを判断し(ステップS41)、起動指示Sを受けた場合(ステップS41、YES)には、タイマ6をリセットし(ステップS42)、一定時間Pの計測を開始する。その後、演算制御部5は、初期設定されている検出間隔Tをタイマ4に指示するとともに、平均母数N、および感度Aを含む演算式(1)を演算部2に指示する(ステップS43)。

【0141】その後、演算部2は、タイマ4から入力される検出間隔T毎の演算実行指示時に、指示されている値をもとに演算式(1)を演算し、制御量UをD/Aコンバータ3に出力する(ステップS44)。その後、演算制御部5は、タイマ6によって計測された時間が一定時間Pを経過したか否かを判断し(ステップS45)、一定時間Pを経過していない場合(ステップS45、NO)には、ステップS44に移行して制御量Uの出力処理を繰り返す。

【0142】一方、一定時間Pを経過した場合(ステップS45、YES)には、式(1)から、バッファ残量Hに補正值Eを加算する式(5)の演算式に変更する指示を演算部2に送出し、検出間隔Tおよび平均母数Nの変更指示は行わない(ステップS46)。その後、演算部2は、変更指示された値をもとに演算式(5)を演算し、演算結果である制御量UをD/Aコンバータ3に出力し(ステップS47)、この処理を繰り返す。

【0143】このようにして求められたデジタル値である制御値Uは、D/Aコンバータ3によって、アナログ

値である制御電圧Vに変換され、電圧制御水晶発信器13の出力であるローカルクロック44の周波数を上下させるのに用いられる。

【0144】上述したソースクロック再生部10によるソースクロック周波数再生動作によって、ソースクロック43に周波数同期したローカルクロック44が、電圧制御水晶発信器13から出力される。このローカルクロック44を基準として、バッファ制御部11がソースクロック再生バッファ23に対して読出信号を出力し、これにより、ソースクロック再生バッファ23からATMセルが読み出される。

【0145】図9は、具体的に、ソースクロック周波数が $1.544\text{MHz} + 50\text{ppm}$ 、再生クロック周波数の初期値が $1.544\text{MHz} \pm 0\text{ppm}$ とした場合において実施の形態4を適用した場合での、クロック再生動作開始後の経過時間と再生クロック周波数の変化との関係を示す。図9に示すように、収束曲線71は、演算式(1)から演算式(5)に変更した直後において、補正值Eを加算した影響で再生クロック周波数が一旦急激に上昇するが、最終的には再びソースクロック43の周波数と同じ値に戻ってくる。

【0146】なお、上述した補正值Eは、定数として説明したが、時間経過と共に段階的に増加し、ある時点で一定(最終値)になるような時間関数とする補正值であってもよい。

【0147】たとえば、図10は、補正值Eを時間関数とした場合の一例を示す。時間関数72は、上に凸の形状をなす時間関数であり、時間関数73は、時間の経過とともに直線的に増加する時間関数である。また、時間関数75は、下に凸の形状をなす時間関数である。実際には、検出間隔Tに対応して演算を行うことになるので、時間関数74のような段階的な形状をなす。いずれの時間関数72〜75も、時間 t_0 の時点で一定の最終値E0に達する。これにより、補正值Eの加算の影響による再生クロック周波数の急激な上昇を和らげることができる。

【0148】上述した実施の形態4によれば、収束後はバッファ残量Hに補正值Eを加算するようにしたため、最終的にバッファ残量Hが中心値Cをほぼ中心として前後にゆらぐようになり、ソースクロック再生バッファ23のオーバフロー及びアンダーフロー発生確率の悪化、すなわち受信セルの遅延ゆらぎに対するゆらぎ耐性の低下を最小限に抑えることができるという効果が得られる。

【0149】実施の形態5、つぎに、この発明の実施の形態5について説明する。この実施の形態5は、実施の形態1から実施の形態4における構成と同様であり、第2から実施の形態4と同様に演算制御部5の構成および動作が第1から実施の形態4と異なる。

【0150】実施の形態5では、実施の形態4の処理を

実施した後、すなわち制御値Uの演算式を所定条件を満足した後に式(1)から式(5)に変更し、この後、さらに所定条件を満足した場合に、さらに第1から実施の形態3における所定条件満足後の処理、すなわち周波数安定度重視の観点から、感度Aを含む演算式の変更、平均母数N、バッファ残量Hの検出間隔Tの変更を実施す

$$\begin{aligned} \text{制御値}U &= \text{感度}A \times ((\text{バッファ残量}H - \text{中心値}C + \text{補正值}E) \\ &\quad \text{の重み付き平均値}M) + \text{オフセット値}B + \text{補正值}D \quad \dots (6) \end{aligned}$$

である。

【0152】ここで、式(6)の補正值Dは、式(3)における補正值Dと全く同じものであり、式(4)で求められる。この式(5)から式(6)に変更する際の処理は、式(1)から式(3)に変更する際の処理と同じである。

【0153】演算制御部5は、タイマ6によって計測される一定時間Pが経過した場合、周波数変動検出部5によって検出されるローカルクロック44の周波数変動幅が所定の閾値G以下になった場合、一定時間Pが経過した場合あるいは周波数変動幅が所定の閾値G以下になった場合のいずれか一方を満足する場合(第1回目の変更指示)に、演算式を式(1)から式(5)に変更指示し、平均母数N、検出間隔Tの変更指示は行わない。その後、演算制御部5は、再びタイマ6によって計測される一定時間Pが経過した場合、周波数変動検出部5によって検出されるローカルクロック44の周波数変動幅が所定の閾値G以下になった場合、一定時間Pが経過した場合あるいは周波数変動幅が所定の閾値G以下になった場合のいずれか一方を満足する場合(第2回目の変更指示)に、演算式を式(5)から式(6)に変更指示し、併せて平均母数N、検出間隔Tの変更指示を行う。

【0154】この周波数変動幅は、第2および実施の形態3と同様に、たとえばタイマ4からの演算実行指示の発生間隔等、ある一定間隔で繰り返される観測時間内のローカルクロック44の周波数の最大値と最小値の差と定義してもよく、単に観測時間の開始時点の周波数と終了時点あるいはつぎの開始時点の周波数との差と定義してもよい。この周波数変動幅の定義は、システム設計者が適用システムに合わせて適宜決定する。なお、ソースクロック14の周波数変動幅の閾値Gおよび一定時間Pは、演算制御部5が保持している。

【0155】演算制御部5からの1回目の変更指示を受信した演算部2は、たとえばその時点の重み付き平均値Mを補正值Eとしてラッチすると共に、制御値Uの演算式を式(1)から式(5)に変更する。さらに、2回目の変更指示を受信した演算部2は、たとえばその時点の重み付き平均値Mを式(4)におけるM0としてラッチすると共に、制御値Uの演算式を式(5)から式(6)に変更する。但し、2回目の変更指示受信時にラッチした値ではなく、1回目の受信時にラッチした重み付き平均値M、すなわち補正值EをM0として使用してもよ

うにしている。

【0151】たとえば、式(5)の演算式によって制御値Uを演算出力した状態で所定条件を満足した場合に、式(3)に対応して式(5)に補正值Dを加算する式(6)の演算式に変更する。すなわち、

い。

【0156】ここで、図11のフローチャートを参照して、制御電圧算出部1の一連の制御処理手順について説明する。なお、ここでは、実施の形態1で示した一定時間Pが経過することを所定条件として処理しており、その他第2から実施の形態4で示した所定条件を採用するようにしてもよい。

【0157】まず、演算制御部5はバッファ残量監視部12からの起動指示Sを受けたか否かを判断し(ステップS51)、起動指示Sを受けた場合(ステップS51, YES)には、タイマ6をリセットし(ステップS52)、一定時間Pの計測を開始する。その後、演算制御部5は、初期設定されている検出間隔Tをタイマ4に指示するとともに、平均母数N、および感度Aを含む演算式(1)を演算部2に指示する(ステップS53)。

【0158】その後、演算部2は、タイマ4から入力される検出間隔T毎の演算実行指示時に、指示されている値をもとに演算式(1)を演算し、制御量UをD/Aコンバータ3に出力する(ステップS54)。その後、演算制御部5は、タイマ6によって計測された時間が一定時間Pを経過したか否かを判断し(ステップS55)、一定時間Pを経過していない場合(ステップS55, NO)には、ステップS54に移行して制御量Uの出力処理を繰り返す。

【0159】一方、一定時間Pを経過した場合(ステップS55, YES)には、タイマ4をリセットした(ステップS56)後、式(1)から、バッファ残量Hに補正值Eを加算する式(5)の演算式に変更する指示を演算部2に送出し、検出間隔Tおよび平均母数Nの変更指示は行わない(ステップS57)。その後、演算部2は、変更指示された値をもとに演算式(5)を演算し、演算結果である制御量UをD/Aコンバータ3に出力する(ステップS58)。その後、さらに、演算制御部5は、タイマ6によって計測された時間が一定時間Pを経過したか否かを判断し(ステップS59)、一定時間Pを経過していない場合(ステップS59, NO)には、ステップS58に移行して制御量Uの出力処理を繰り返す。

【0160】一方、一定時間Pを経過した場合(ステップS59, YES)には、式(5)から、補正值Dを加算する式(6)の演算式に変更する指示を演算部2に送出するとともに、検出間隔Tおよび平均母数Nの変更指

示を行う(ステップS60)。その後、演算部2は、変更指示された値をもとに演算式(6)を演算し、演算結果である制御量UをD/Aコンバータ3に出力し(ステップS61)、この処理を繰り返す。

【0161】このようにして求められたデジタル値である制御値Uは、D/Aコンバータ3によって、アナログ値である制御電圧Vに変換され、電圧制御水晶発振器13の出力であるローカルクロック44の周波数を上下させるのに用いられる。

【0162】上述したソースクロック再生部10によるソースクロック周波数再生動作によって、ソースクロック43に周波数同期したローカルクロック44が、電圧制御水晶発振器13から出力される。このローカルクロック44を基準として、バッファ制御部11がソースクロック再生バッファ23に対して読出信号を出力し、これにより、ソースクロック再生バッファ23からATMセルが読み出される。

【0163】この実施の形態5における経過時間に対する再生クロック周波数の変化は、図9に示す実施の形態4と同様である。なお、実施の形態4と同様に、補正值Eを定数に限らず、時間経過と共に段階的に増加し、ある時点で一定(最終値)になるような時間関数でもよい。

【0164】上述した実施の形態5によれば、実施の形態44の処理を実施した後に、続けて第1から実施の形態3のいずれかの処理を実施するようにしたため、最終的にバッファ残量Hが中心値Cをほぼ中心として前後にゆらぐようになり、ソースクロック再生バッファ23のオーバーフロー及びアンダーフロー発生確率の悪化、すなわち受信セルの遅延ゆらぎに対するゆらぎ耐性の低下を最小限に抑えることができる上、ローカルクロック44の収束時間と収束後の周波数安定度をシステム設計者がある程度自由に選択できるようになり、適用されるATMシステムに最適な値とすることができるといふ効果が得られる。

【0165】実施の形態6、つぎに、この発明の実施の形態6について説明する。この実施の形態6は、第1から実施の形態5のいずれかの処理を実施した後(収束した後)、ローカルクロック14の周波数変動幅が閾値G2を超えたことを検出したら、制御値Uの演算式や使用する各種パラメータ値をクロック再生動作開始直後の初期状態に戻し、再び第1から実施の形態5のいずれかの処理を実施するという動作を繰り返すことを特徴とする。

【0166】図12は、この発明の実施の形態6であるデータ受信装置を含むATM通信システムの機能構成ブロック図である。ここで、このデータ受信装置は、受信CLAD52に相当し、図12に示すATM通信システムでは、図16～図19に示した従来のATM通信システムと同様な構成であるが、制御電圧算出部1の内部構

成が従来のATM通信システムとは異なる。なお、従来のATM通信システムと同一の構成部分には同一符号を付している。

【0167】演算制御部5は、クロック再生動作開始後、上述した所定条件を満足することによってローカルクロック14が収束したと判断した時点で感度Aを含む演算式の変更(補正值D、補正值Eの変更も含む)、平均母数N、検出間隔Tを変更する点は第1から実施の形態5と同じである。演算制御部5は、再設定部9を有し、再設定部9は、さらにその後、ソースクロック14の周波数変動幅が閾値G2以上となったことを検出した場合には、感度Aを含む演算式、平均母数N、検出間隔Tを再びクロック再生動作開始直後の初期値に戻し、補正值D、補正值Eの加算も削除する。すなわち、制御値Uの演算式を最初の式(1)に戻す。そして再び、第1から実施の形態5のいずれかの処理を実行する動作を繰り返す。

【0168】この周波数変動幅は、実施の形態2と同様に、たとえばタイマ4からの演算実行指示の発生間隔等、ある一定間隔で繰り返される観測時間内のローカルクロック44の周波数の最大値と最小値の差と定義してもよく、単に観測時間の開始時点の周波数と終了時点あるいはつぎの開始時点の周波数との差と定義してもよい。この周波数変動幅の定義は、システム設計者が適用システムに合わせて適宜決定する。なお、ソースクロック14の周波数変動幅の閾値G、閾値G2および一定時間Pは、演算制御部5が保持している。

【0169】なお、第1から実施の形態5で用いるローカルクロック44の周波数変動幅が閾値Gと実施の形態6で用いる閾値G2は、同じ値であっても、異なる値であってもよい。

【0170】ここで、図13のフローチャートを参照して、制御電圧算出部1の一連の制御処理手順について説明する。まず、演算制御部5はバッファ残量監視部12からの起動指示Sを受けたか否かを判断し(ステップS71)、起動指示Sを受けた場合(ステップS71、YES)には、タイマ6をリセットし(ステップS72)、一定時間Pの計測を開始する。その後、演算制御部5は、初期設定されている検出間隔Tをタイマ4に指示するとともに、平均母数N、および感度Aを含む演算式(1)を演算部2に指示する(ステップS73)。

【0171】その後、演算部2は、タイマ4から入力される検出間隔T毎の演算実行指示時に、指示されている値をもとに演算式(1)を演算し、制御量UをD/Aコンバータ3に出力する(ステップS74)。その後、演算制御部5は、タイマ6が計時している時間が一定時間Pを経過したか否かを判断し(ステップS75)、一定時間Pを経過した場合(ステップS75、YES)には、周波数安定度を得るべく、感度Aを含む演算式変更指示F、すなわち感度Aを小さくする指示と演算式を式

(1) から式 (3) に変更する指示とを演算部 2 に送出するとともに、検出間隔 T および平均母数 N の変更指示をそれぞれタイマ 4 および演算部 2 に対して行い (ステップ S 76)、一定時間 P を経過していない場合 (ステップ S 75, NO) には、ステップ S 74 に移行して制御量 U の出力を継続する。

【0172】その後、演算部 2 は、変更指示された値をもとに演算式 (3) を演算し、演算結果である制御量 U を D/A コンバータ 3 に出力する (ステップ S 77)。その後、再設定部 9 は、周波数変動幅が所定の閾値 G 2 を超えたか否かを判断し (ステップ S 78)、所定の閾値 G 2 を超えていない場合 (ステップ S 78 の NO) には、ステップ S 77 に移行してステップ 77 の処理を繰り返す、所定の閾値 G 2 を超えている場合には、ステップ S 71 に移行して、クロック再生開始初期状態に復する。

【0173】このようにして求められたデジタル値である制御値 U は、D/A コンバータ 3 によって、アナログ値である制御電圧 V に変換され、電圧制御水晶発振器 1 3 の出力であるローカルクロック 4 4 の周波数を上下させるのに用いられる。

【0174】上述したソースクロック再生部 10 によるソースクロック周波数再生動作によって、ソースクロック 4 3 に周波数同期したローカルクロック 4 4 が、電圧制御水晶発振器 1 3 から出力される。このローカルクロック 4 4 を基準として、バッファ制御部 11 がソースクロック再生バッファ 2 3 に対して読出信号を出力し、これにより、ソースクロック再生バッファ 2 3 から ATM セルが読み出される。

【0175】上述した実施の形態 6 によれば、収束後、ローカルクロック 4 4 の周波数変動幅が閾値 G 2 を超えた場合に感度 A を含む演算式、平均母数 N、バッファ残量の検出間隔 T を初期値に戻し、再び第 1 から実施の形態 5 のいずれかの処理を実施するようにしたため、第 1 から実施の形態 5 と同様の効果が得られる上、ソースクロック 4 3 の周波数が大きく変動した場合でも、ローカルクロック 4 4 の周波数が速やかに追従できるという効果が得られる。

【0176】また、ローカルクロック 4 4 の周波数変動幅が閾値 G 2 を超えた場合、補正值 E の加算を取り止めるようにしたため、再収束後の新補正值 E を簡単に正確に求められるという効果も得られる。

【0177】実施の形態 7、つぎに、この発明の実施の形態 7 について説明する。第 1 から実施の形態 6 では、感度 A を含む演算式、平均母数 N、バッファ残量 H の検出間隔 T、一定時間 P、周波数変動幅の閾値 G および閾値 G 2 は、演算制御部 5 内に保持されているが、実施の形態 7 では、設定部 15 を設け、この設定部 15 によって柔軟に設定できるようにしている。

【0178】設定部 15 は、これらの設定値をディップ

スイッチ設定としてもよいし、装置管理部 22 内から図示しない制御バスを経由させて設定するようにしてもよいし、さらには、独自の設定パネルを設けるようにしてもよい。また、この設定部 15 によって上述した第 1 から実施の形態 6 の選択設定が可能であるとともに、第 1 から実施の形態 6 の組合せ設定も可能となる。

【0179】この実施の形態 7 によれば、ローカルクロック 4 4 の再生に関して所望の設定を柔軟に行うことができる効果が得られる。なお、上述した第 1 から実施の形態 7 では、各機能ブロック間のデータインタフェース幅を 8 ビットとし、バイト単位にデータ転送したが、異なるデータインタフェース幅や転送単位でも同様の効果が得られる。

【0180】また、上述した第 1 から実施の形態 7 では、STM インタフェース速度、すなわちソースクロック 4 3 の周波数を $1.544\text{MHz} \pm 100\text{ppm}$ 、ATM インタフェース速度、すなわち ATM 網 50 のネットワーククロック 4 2 a、4 2 b の周波数を 155.52MHz としたが、異なる周波数あるいは異なる変動幅としてもよい。さらに、上述した第 1 から実施の形態 7 では、ATM セルを音声データの基本的な転送単位としたが、基本的にはバッファ残量 H をもとにクロック再生を行うので、ATM セル以外の異なる種類・長さの packets を転送単位としても同様の効果が得られる。

【0181】また、上述した第 1 から実施の形態 7 では、具体例として ATM 網 50 を介して電話 40 a、40 b 及び PBX 41 a、41 b を接続する ATM 通信システムを前提としたが、適応クロック法によりソースクロック周波数を再生する必要のあるシステムであれば、その他の構成のシステムでも同様の効果が得られる。さらに、上述した第 1 から実施の形態 6 では、取り扱うデータの種類のデータを音声データとしたが、音声データに限定されず、異なる種類のデータを取り扱ってもよい。また、上述した第 1 から実施の形態 7 において、重み付き平均値 M の計算は、算術平均に限定されず、幾何平均、調和平均、指数平均、メディアン、モード、ミッドレンジ等としてもよい。

【0182】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、演算手段が、順次検出された 1 以上のバッファ残量の重み付き平均値をとり、この重み付き平均値に所定の感度係数を乗算し、さらに所定のオフセット値を加算して得られる前記ソースクロック再生用の制御値を演算する際、制御手段が、ソースクロック再生動作開始後から再生クロックが前記ソースクロックの周波数に近づく所定条件を満足するまでの間はソースクロックに高速に収束できる前記制御値の演算に用いられる操作量に設定し、この所定条件の満足後はソースクロックを安定に再生できる前記操作量に設定するようにしてソースクロックの再生を行っているため、所望の収束時間と周波数安

定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよいという効果を有する。

【0183】つぎの発明によれば、タイマによって計時された一定時間が経過するまで、ソースクロック周波数に高速に収束させ、一定時間の経過によって周波数安定度の高いクロック再生制御を行うようにしているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよいという効果を有する。

【0184】つぎの発明によれば、再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になるまで、ソースクロック周波数に高速に収束させ、再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になると、周波数安定度の高いクロック再生制御を行うようにしているので、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよいという効果を有する。

【0185】つぎの発明によれば、一定時間が経過するか、あるいは再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になるかのいずれか一方の条件を満足するまで、ソースクロック周波数に高速に収束させ、この一方の条件の満足後、周波数安定度の高いクロック再生制御を行うようにしているので、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよいという効果を有する。

【0186】つぎの発明によれば、所定条件を満足する前は、収束時間が短くなるように感度係数が大きく設定され、所定条件を満足した後は、感度係数を小さく設定するとともに、オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算して、周波数安定度を高めたソースクロックの再生制御を行うようにしているので、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよく、しかも所定の補正値を加算するようにしたため、ローカルクロックの収束時間と収束後の周波数安定度とをシステム設計者がある程度自由に選択できることになり、適用される通信システムに最適な値とすることができるという効果が得られる。

【0187】つぎの発明によれば、所定条件を満足した後、重み付き平均値の演算に用いられる1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定するようにしているので、これにより、所望の収束時

間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよく、しかもバッファ残量の重みを小さく設定できるようにしたため、ローカルクロックの収束時間と収束後の周波数安定度とをシステム設計者がある程度自由に選択できることになり、適用される通信システムに最適な値とすることができるという効果が得られる。

【0188】つぎの発明によれば、所定条件を満足した後、バッファ残量を検出する所定間隔を変更するようにしているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよいという効果を有する。

【0189】つぎの発明によれば、所定条件を満足した後、重み付け平均値の演算に用いられる1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算するようにしているので、これにより、ソースクロック周波数がゆらぎ耐性に与える影響を最小限に抑えることができるという効果を有する。

【0190】つぎの発明によれば、補正値は、最終値が決定され、最終値に向けて時間の経過とともに変化する時間関数値としているので、これにより、ゆらぎ耐性に与える影響を最小限に抑える際に、急激な周波数の上昇を和らげることができるという効果を有する。

【0191】つぎの発明によれば、感度係数と平均母数と所定間隔との乗算値が最適値に対応した一定値になるように設定されるので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるという効果を有する。

【0192】つぎの発明によれば、制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定する処理、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理、および前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算する処理のうちの複数の処理を組み合わせて行うようにしているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよく、しかも所定の補正値を加算するようにしたため、ローカルクロックの収束時間と収束後の周波数安定度とをシステム設計者がある程度自由に選択できることになり、適用される通信システムに最適な値とすることができるという効果が得られるとともに、ソースクロック周

波数がゆらぎ耐性に与える影響を最小限に抑えることができるという効果を有する。

【0193】つぎの発明によれば、制御手段は、前記所定条件を満足した後、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算し、さらに前記所定条件を満足した後、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定する処理、および前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理のうちの1以上の処理を組み合わせるようになっているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよく、しかも所定の補正値を加算するようにしたため、ローカルクロックの収束時間と収束後の周波数安定度とをシステム設計者がある程度自由に選択できることになり、適用される通信システムに最適な値とすることができるという効果が得られ、さらに、ソースクロック周波数がゆらぎ耐性に与える影響を最小限に抑えることができるという効果を有する。

【0194】つぎの発明によれば、制御手段は、前記再生クロックの周波数変動幅が所定値を超えた場合、ソースクロック再生動作開始前の初期設定状態に復し、この初期設定状態から再生クロックが前記ソースクロックの周波数に近づく所定条件を満足するまでの間はソースクロックを高速に収束できる前記制御値の演算に用いられる操作量に設定し、この所定条件の満足後はソースクロックを安定に再生できる前記操作量に設定するようになっているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよく、所定の補正値を加算するようにしたため、ローカルクロックの収束時間と収束後の周波数安定度とをシステム設計者がある程度自由に選択できることになり、適用される通信システムに最適な値とすることができるという効果が得られる。特に、ソースクロックが大きく変動した場合でも、ローカルクロックの周波数を速やかに追従させることができるという効果を有する。

【0195】つぎの発明によれば、設定手段を用いて、制御手段が行う設定制御内容を設定するようになっているので、これにより、ローカルクロックの収束時間と収束後の周波数安定度とをシステム設計者がある程度自由に選択できることになり、適用される通信システムに最適な値とすることができるという効果が得られる。

【0196】つぎの発明によれば、まず、ソースクロック再生動作開始後、再生クロックが前記ソースクロック

の周波数に近づく所定条件を満足するまでの間、順次検出された1以上のバッファ残量の重み付き平均をとり、この重み付き平均値に所定の感度係数を乗算し、さらに所定のオフセット値を加算して得られるソースクロック再生用の制御値を演算出力して前記再生クロックの周波数をソースクロックに高速に収束させる制御を行い、つぎに、前記所定条件の満足後、前記制御値の演算に用いられる操作量を変更設定し、前記再生クロックの周波数を安定に再生制御するようになっているので、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよいという効果を有する。

【0197】つぎの発明によれば、タイマによって計時された一定時間が経過するまで、ソースクロック周波数に高速に収束させ、一定時間の経過によって周波数安定度の高いクロック再生制御を行うようになっているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよいという効果を有する。

【0198】つぎの発明によれば、再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になるまで、ソースクロック周波数に高速に収束させ、再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になると、周波数安定度の高いクロック再生制御を行うようになっているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよいという効果を有する。

【0199】つぎの発明によれば、一定時間が経過するか、あるいは再生クロックの周波数変動幅が所定値以下になるかのいずれか一方の条件を満足するまで、ソースクロック周波数に高速に収束させ、この一方の条件の満足後、周波数安定度の高いクロック再生制御を行うようになっているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよいという効果を有する。

【0200】つぎの発明によれば、第2工程における操作量の変更設定は、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算するようになっているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよく、しかも所定の補正値を加算するようにしたため、ローカルクロックの収束時間と収束後の周波

数安定度とをシステム設計者がある程度自由に選択できることになり、適用される通信システムに最適な値とすることができるという効果が得られる。

【0201】つぎの発明によれば、第2工程における操作量の変更設定は、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さく設定するようにしているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよいとともに、バッファ残量の重みを小さく設定できるようにしたため、ローカルクロックの収束時間と収束後の周波数安定度とをシステム設計者がある程度自由に選択できることになり、適用される通信システムに最適な値とすることができるという効果が得られる。

【0202】つぎの発明によれば、第2工程における操作量の変更設定は、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更するようにしているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよいという効果を有する。

【0203】つぎの発明によれば、第2工程における操作量の変更設定は、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算するようにしているので、これにより、ソースクロック周波数がゆらぎ耐性に与える影響を最小限に抑えることができるという効果を有する。

【0204】つぎの発明によれば、前記補正値は、最終値が決定され、最終値に向けて時間の経過とともに変化する時間関数値であるようにしているので、これにより、ゆらぎ耐性に与える影響を最小限に抑える際に、急激な周波数の上昇を和らげることができるという効果を有する。

【0205】つぎの発明によれば、前記操作量は、前記感度係数と前記1以上のバッファ残量の重み付き平均演算を規定する平均母数と前記所定間隔との乗算値が最適値に対応した一定値となるように設定するようにしているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるという効果を有する。

【0206】つぎの発明によれば、前記第2工程は、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理と、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さくする処理と、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理と、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量に

さらに所定の補正値を加算する処理との中から2以上の組み合わせた処理を同時に行うようにしているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよく、しかも所定の補正値を加算するようにしたため、ローカルクロックの収束時間と収束後の周波数安定度とをシステム設計者がある程度自由に選択できることになり、適用される通信システムに最適な値とすることができるという効果が得られ、さらに、ソースクロック周波数がゆらぎ耐性に与える影響を最小限に抑えることができるという効果を有する。

【0207】つぎの発明によれば、前記第2工程は、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量にさらに所定の補正値を加算し、再度前記所定条件を満足した後、前記感度係数を小さく設定するとともに前記オフセット値に対してさらに所定の補正値を加算する処理と、前記重み付き平均値の演算に用いられる前記1以上のバッファ残量のうちの最新側のバッファ残量の重みを小さくする処理と、前記バッファ残量を検出する所定間隔を変更する処理との中から1以上の組み合わせた処理を同時に行うようにしているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよく、しかも所定の補正値を加算するようにしたため、ローカルクロックの収束時間と収束後の周波数安定度とをシステム設計者がある程度自由に選択できることになり、適用される通信システムに最適な値とすることができるという効果が得られ、さらに、ソースクロック周波数がゆらぎ耐性に与える影響を最小限に抑えることができるという効果を有する。

【0208】つぎの発明によれば、前記所定条件を満足した後、前記再生クロックの周波数変動幅が所定値を超えた場合、ソースクロック再生動作開始前の初期設定状態に復し、その後、さらに前記第1工程、前記第2工程、または前記第3工程を順次行うようにしているので、これにより、所望の収束時間と周波数安定度とを共に満足させることができるとともに、平均母数や検出間隔を大きくする必要がないので、演算回路規模、演算回路の動作速度を極端に大きくしなくてもよく、しかも所定の補正値を加算するようにしたため、ローカルクロックの収束時間と収束後の周波数安定度とをシステム設計者がある程度自由に選択できることになり、適用される通信システムに最適な値とすることができることと、特に、ソースクロックが大きく変動した場合でも、ローカルクロックの周波数を速やかに追従させることができるという効果を有する。

【0209】 つぎの発明にかかる記録媒体は、上記の発明のいずれか一つに記載された方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したことで、そのプログラムを機械読み取り可能となり、これによって、上記発明の動作をコンピュータによって実現することができるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1であるデータ受信装置を含むATM通信システムの機能構成ブロック図である。

【図2】 この発明の実施の形態1における制御電圧算出部の一連の制御処理手順を示すフローチャートである。

【図3】 AAL処理部に入力される受信セルの転送状態とAAL処理部から出力される受信セルの転送状態とを示す説明図である。

【図4】 この発明の実施の形態2であるデータ受信装置を含むATM通信システムの機能構成ブロック図である。

【図5】 この発明の実施の形態2における制御電圧算出部の一連の制御処理手順を示すフローチャートである。

【図6】 この発明の実施の形態3であるデータ受信装置を含むATM通信システムの機能構成ブロック図である。

【図7】 この発明の実施の形態3における制御電圧算出部の一連の制御処理手順を示すフローチャートである。

【図8】 この発明の実施の形態4における制御電圧算出部の一連の制御処理手順を示すフローチャートである。

【図9】 この発明の実施の形態4を適用した場合における再生クロック周波数の波形図である。

【図10】 この発明の実施の形態4における補正值Eを時間関数とした場合の具体例を示す図である。

【図11】 この発明の実施の形態5における制御電圧算出部の一連の制御処理手順を示すフローチャートである。

【図12】 この発明の実施の形態6であるデータ受信装置を含むATM通信システムの機能構成ブロック図で

ある。

【図13】 この発明の実施の形態6における制御電圧算出部の一連の制御処理手順を示すフローチャートである。

【図14】 この発明の実施の形態7であるデータ受信装置を含むATM通信システムの機能構成ブロック図である。

【図15】 STM網において電話サービスを実現する通信システム構成図である。

10 【図16】 ATM網において電話サービスを実現する通信システム構成図である。

【図17】 適応クロック法の動作概念を説明する説明図である。

【図18】 ソースクロック周波数再生機能を有する受信CLADの詳細構成を示すブロック図である。

【図19】 AAL処理部の詳細構成を示すブロック図である。

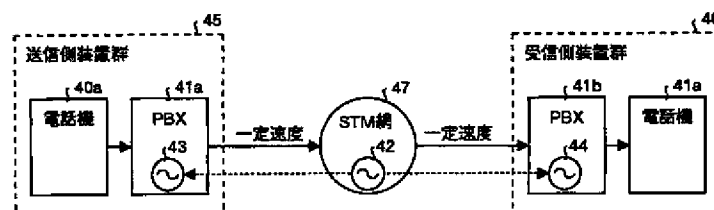
【図20】 制御電圧算出部の詳細構成を示すブロック図である。

20 【図21】 設定値を変化させた場合における経過時間に対する再生クロック周波数の波形図である。

【符号の説明】

1 制御電圧算出部、2 演算部、3 D/Aコンバータ、4、6 タイマ、5 演算制御部、7 周波数変動検出部、8 判断部、9 再設定部、10 ソースクロック再生部、11 バッファ制御部、12 バッファ残量監視部、13 電圧制御水晶発信器、18 物理レイヤ処理部、19 ATMレイヤ処理部、20 AAL処理部、21 STM処理部、22 装置管理部、23 ソースクロック再生バッファ、40a、40b 電話機、41a、41b PBX、42a、42b ネットワーククロック、43 ソースクロック、44 ローカルクロック、45 送信側装置群、46 受信側装置群、50 ATM網、51 送信CLAD、52 受信CLAD、60a～60c 受信セル、A 感度、B オフセット値、C 中心値、D、E 補正值、F 演算式変更指示、G、G2 閾値、H バッファ残量、M 重み付き平均値、N 平均母数、S 起動指示、T 検出間隔、U 制御値、V 制御電圧。

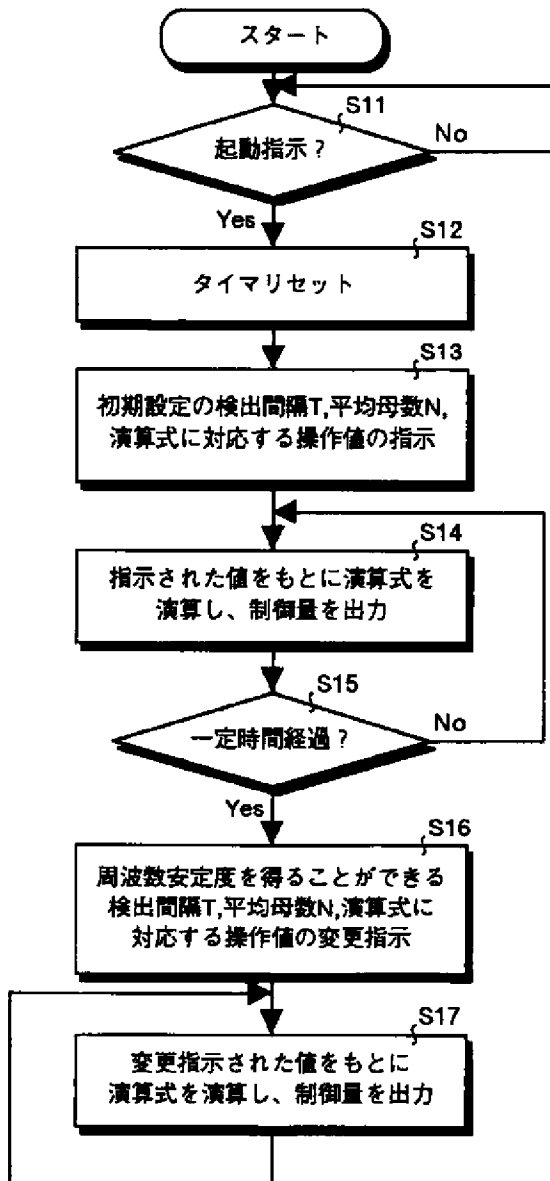
【図15】



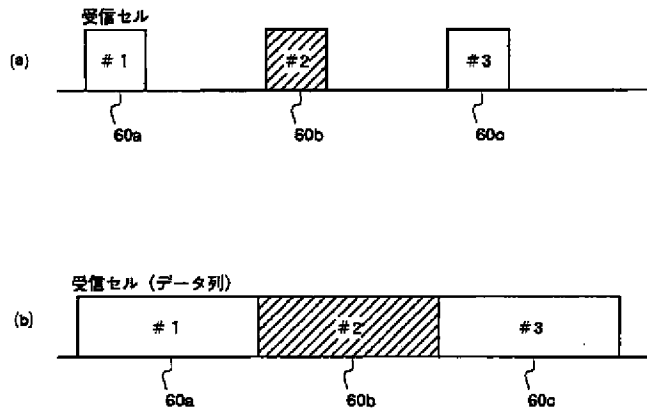
The diagram illustrates the internal structure of a transmission device (送信側装置群) connected to an ATM network (ATM 網). The components and their interconnections are as follows:

- ATM 網 (ATM Network):** Represented by a circle at the bottom, connected to the physical layer (18) and the transmission side device (45).
- 物理レイヤ処理部 (Physical Layer Processing Unit):** Labeled 18, it receives data from the ATM network and sends it to the ATM layer processing unit (19).
- ATM レイヤ処理部 (ATM Layer Processing Unit):** Labeled 19, it processes ATM cells and sends them to the reception cell (受信セル).
- 受信セル (Reception Cell):** It receives cells from the ATM layer and sends them to the source clock regeneration unit (23).
- ソースクロック再生バッファ (Source Clock Regeneration Buffer):** Labeled 23, it buffers and regenerates the source clock.
- 送信セル (Transmission Cell):** It receives cells from the source clock regeneration buffer and sends them to the transmission side device (45).
- 送信側装置群 (Transmission Side Device Group):** This group includes several key components:
 - バッファ残量監視部 (Buffer Residual Monitoring Unit):** Labeled 12, it monitors the buffer level and sends a control signal (制御信号 U) to the calculation unit (2).
 - 演算部 (Calculation Unit):** Labeled 2, it performs calculations based on the control signal U and the N average number (N 平均回数) to generate a control voltage (制御電圧算出部).
 - タイマ (Timer):** Labeled 4, it generates a calculation execution instruction (演算実行指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 6, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 8, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 10, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 12, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 14, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 16, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 18, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 20, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 22, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 24, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 26, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 28, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 30, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 32, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 34, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 36, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 38, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 40, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 42, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 44, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 46, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 48, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 50, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 52, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 54, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 56, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 58, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 60, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 62, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 64, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 66, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 68, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 70, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 72, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 74, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 76, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 78, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 80, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 82, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 84, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 86, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 88, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 90, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 92, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 94, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 96, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 98, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.
 - タイマ (Timer):** Labeled 100, it generates a calculation change instruction (演算式変更指示) to the calculation unit.

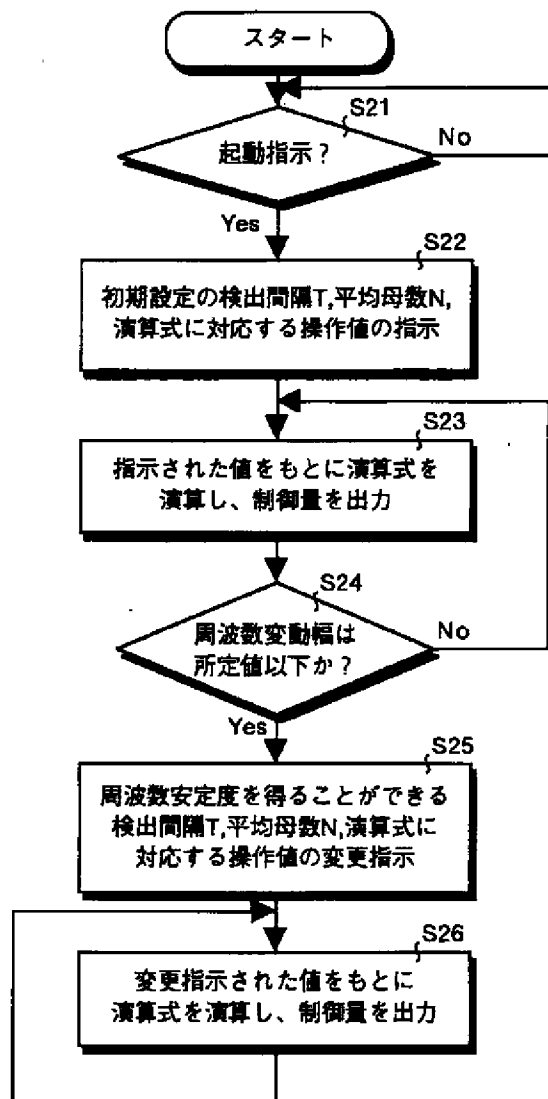
【図 2】



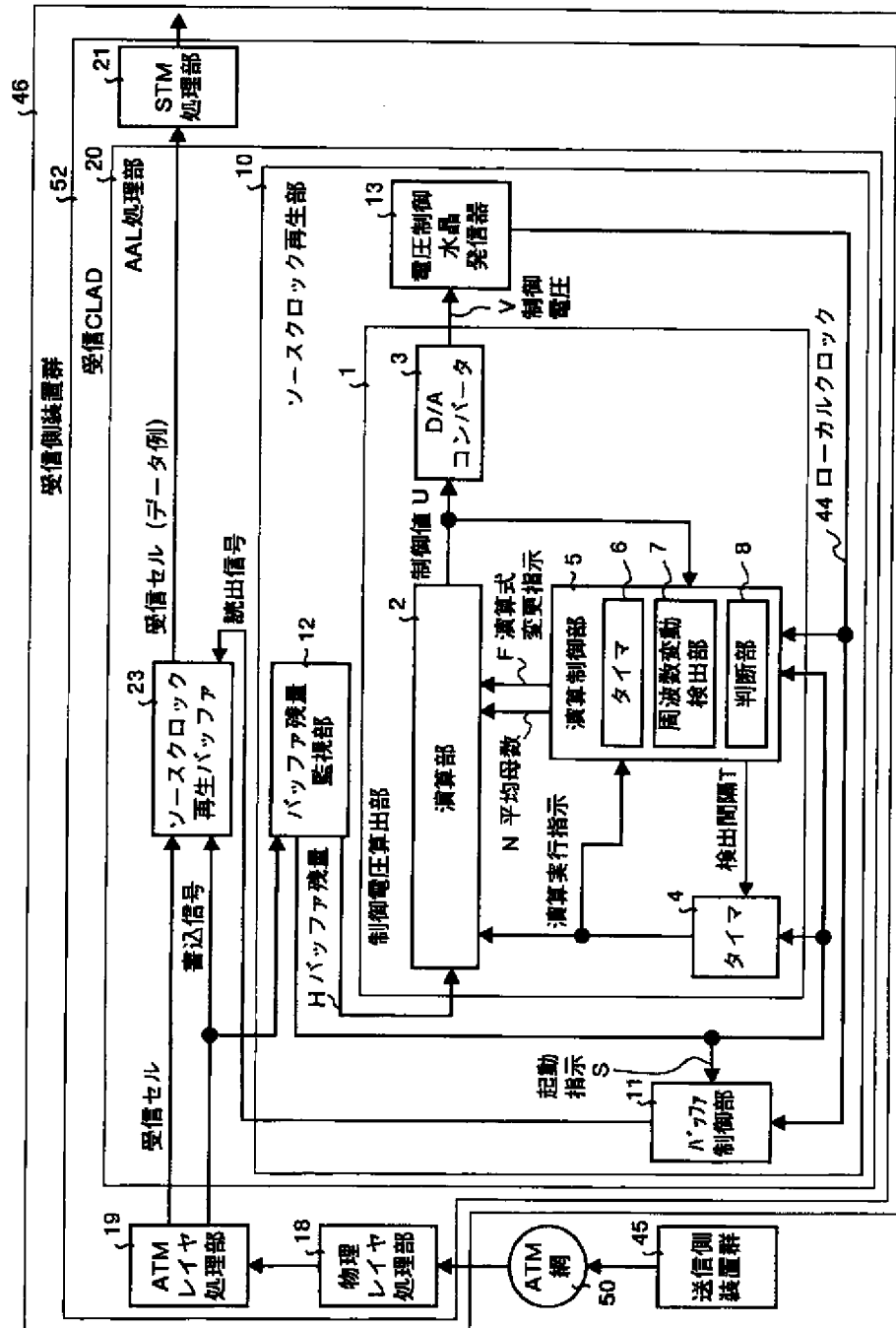
【図 3】



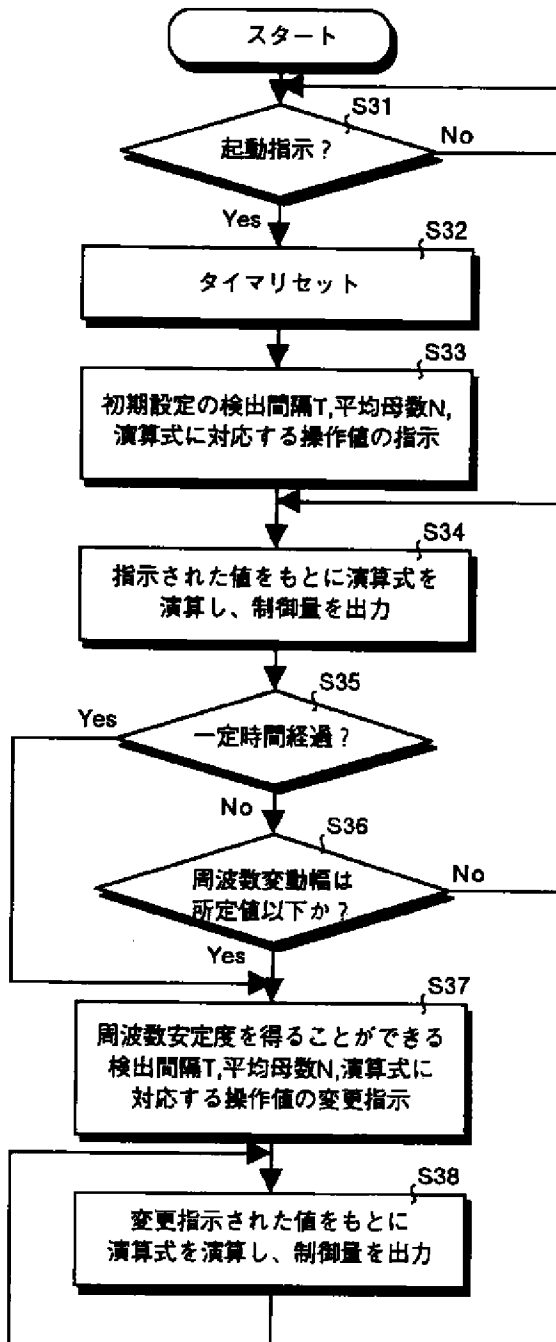
【図 5】



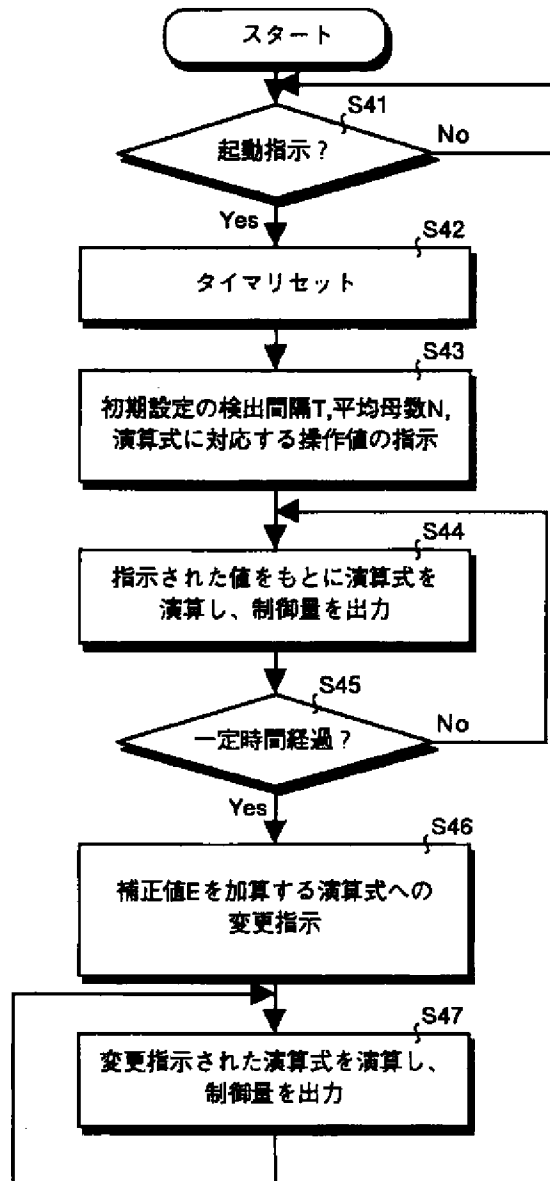
【図6】



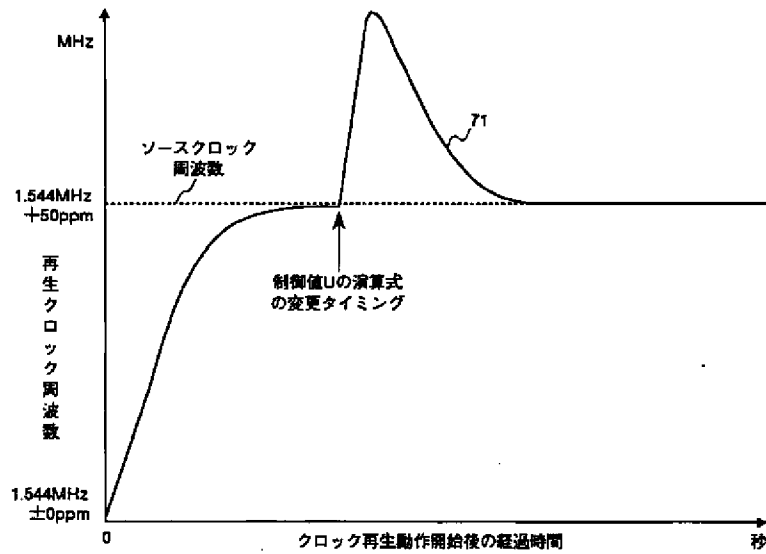
【図7】



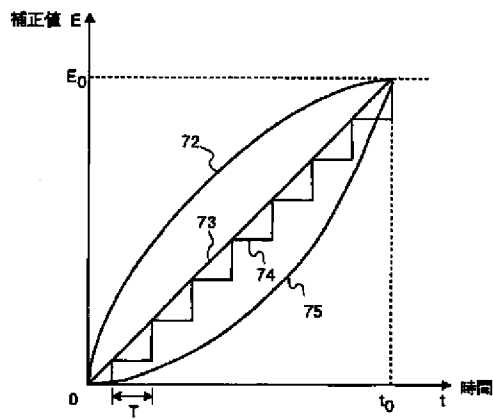
【図8】



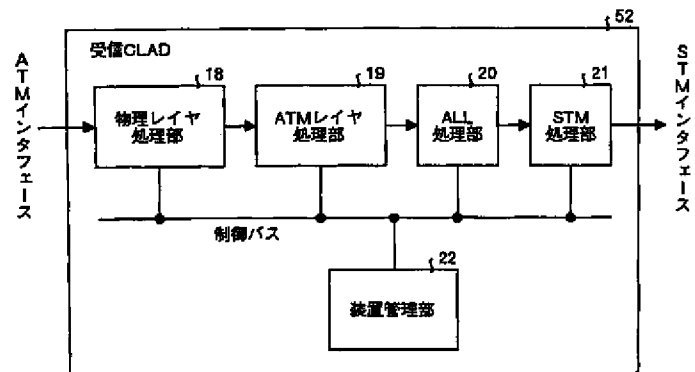
【図9】



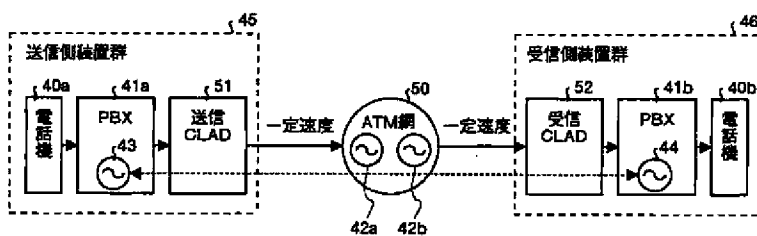
【図10】



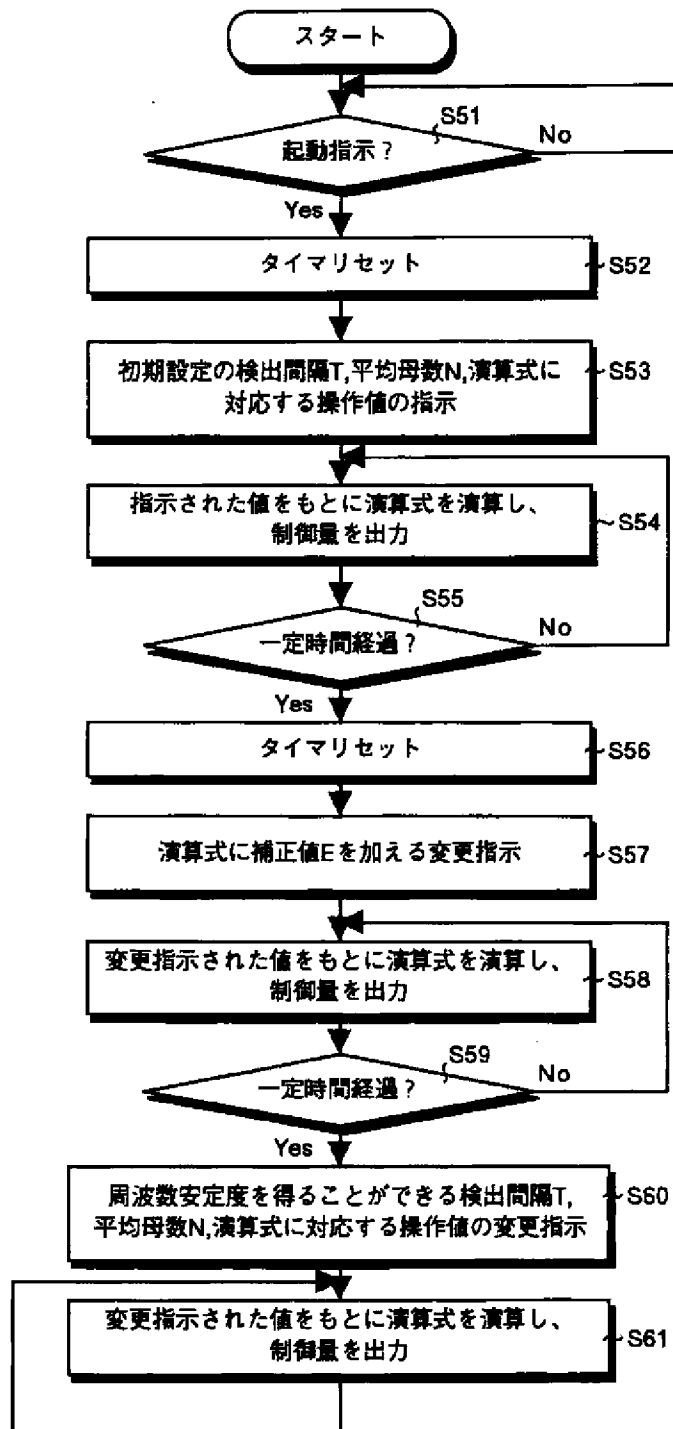
【図18】



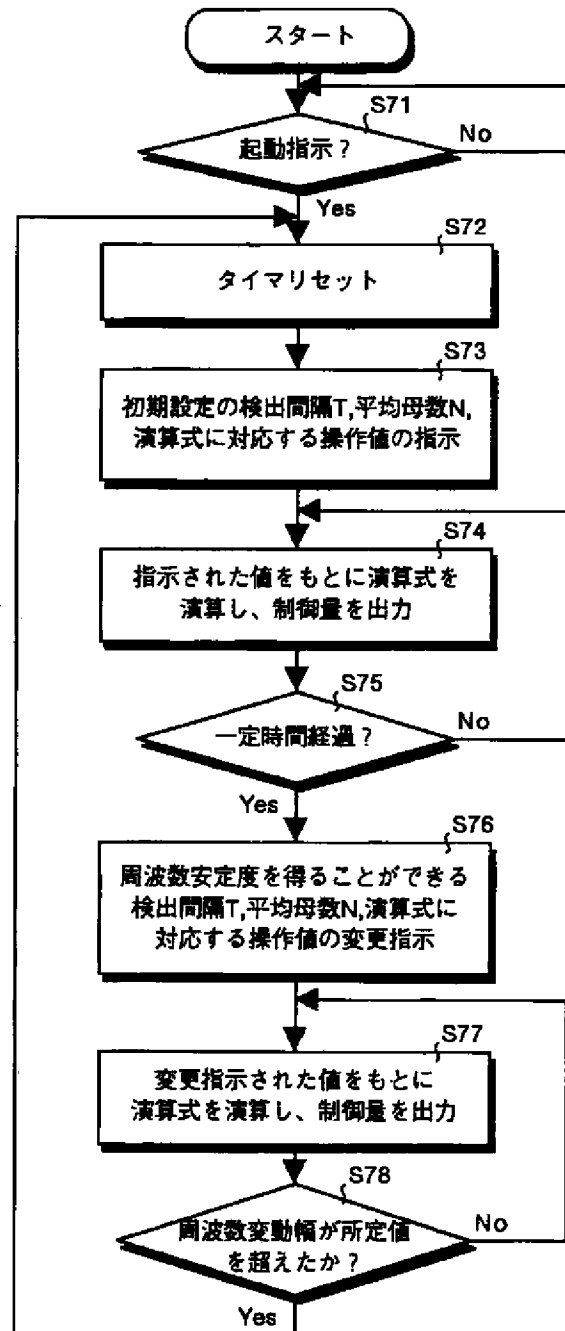
【図16】



【図11】



【図13】



【图 14】

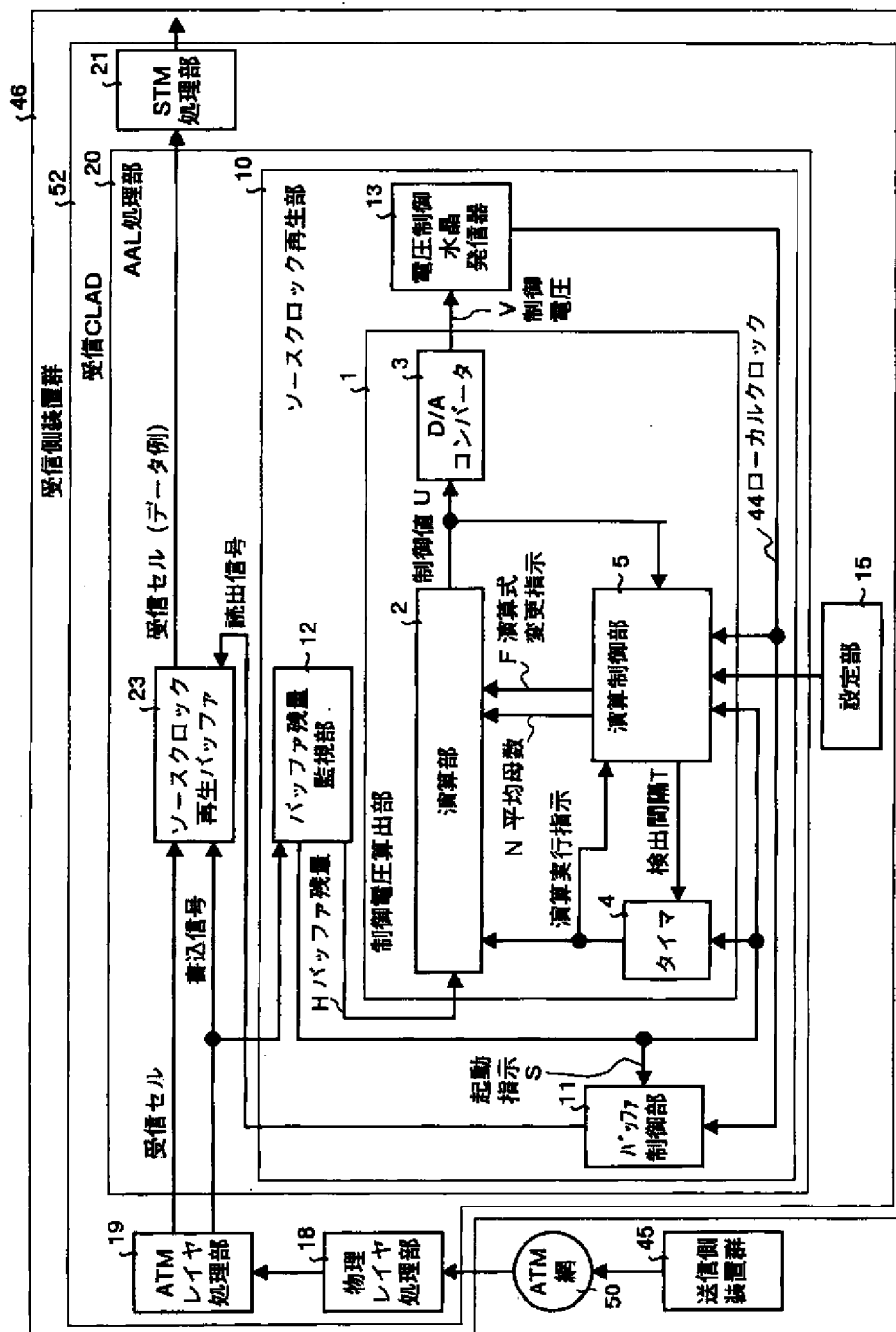


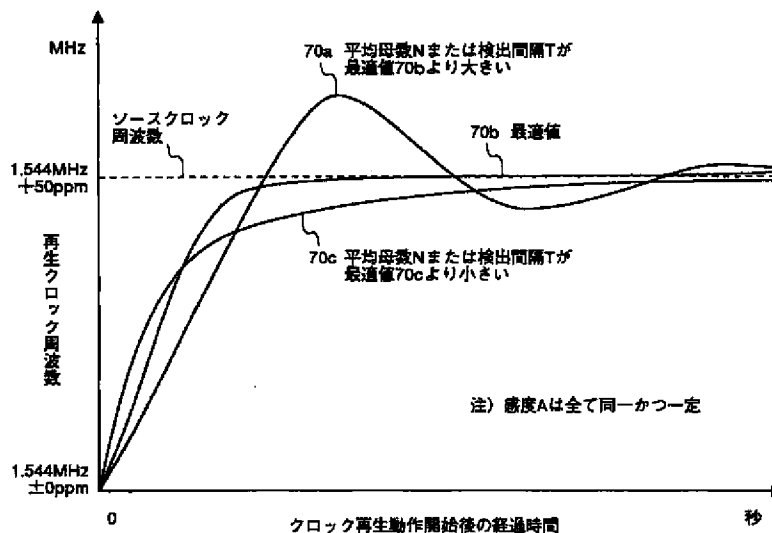
Figure 1 is a block diagram of a data transfer system. On the left, three input cells labeled 60a, 60b, and 60c are shown, with an arrow pointing to a central buffer block labeled 23. Above the buffer, the text "ソースクロックを基準とした一定速度で書き込み" (Write at a constant speed based on the source clock) is present. The buffer block 23 is shaded with diagonal lines. To the right of the buffer, three output cells labeled 60a, 60b, and 60c are shown, with an arrow pointing from the buffer to them. Above these output cells, the text "ローカルクロックを基準とした一定速度で書き込み" (Write at a constant speed based on the local clock) is present. Below the buffer, a dashed line labeled "読み出し開始閾値 TH" (Read start threshold TH) indicates a level within the buffer. At the bottom, a circular component labeled 44 is connected to the output of the buffer via a dashed line. Below component 44, the text "ローカルクロック" (Local clock) is written. A dashed line also connects component 44 to the output cells 60a, 60b, and 60c. At the bottom left, the text "バッファ残量を基にローカルクロック周波数を制御" (Control local clock frequency based on buffer residual amount) is written.

[illegible]

The block diagram illustrates the control system for the power supply device. It includes the following components and connections:

- バッファ残量 H** (Buffer Residual H): An input signal to the **演算部** (Calculation Unit).
- 起動指示 S** (Start Instruction S): An input signal to the **タイマ** (Timer).
- 制御電圧算出部** (Control Voltage Calculation Unit): A functional block containing the **演算部** (Calculation Unit).
- 演算部** (Calculation Unit): Receives **バッファ残量 H** and **演算指示** from the **タイマ**. It outputs the **制御値 U** (Control Value U) to the **D/A コンバータ**.
- タイマ** (Timer): Receives **起動指示 S** and outputs **演算指示** (Calculation Instruction) to the **演算部**.
- D/A コンバータ** (D/A Converter): Receives the **制御値 U** and outputs the **制御電圧 V** (Control Voltage V).
- Feedback Loop**: The output **制御電圧 V** is fed back to the input of the **制御電圧算出部** (Control Voltage Calculation Unit), labeled as **1**.

【図21】



【手続補正書】

【提出日】平成11年4月6日(1999. 4. 6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正内容】

【0022】図20は、制御電圧算出部1の詳細構成を示すブロック図である。図20において、演算部2は、バッファ残量監視部12より出力されるバッファ残量Hから制御値Uを算出する。D/Aコンバータ3は、演算部2より出力されるデジタル値である制御値Uをアナログ値である制御電圧Vに変換する。タイマ4は、演算部2に対して一定周期毎に演算の実行を指示する。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】また、この制御バスは、上述した各種パラメータ設定及びステータス収集のため、各部18～21内の図示しないサブブロック、たとえばAAL処理部20内の各サブブロックにも接続されている。さらに、ATMインタフェースとSTMインタフェースにおけるデータバス幅は、シリアル(1ビット)であるが、各部18～21内においては一般的に8ビット幅でデータの送受信が行われる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正内容】

【0025】たとえば、ATMインタフェース速度が155.52MHzであり、STMインタフェース速度、すなわちソースクロック周波数が1.544MHzであり、かつその変動幅が±100ppmであるとする、受信CLAD52の内部では、上述したように8ビット幅でインタフェースされ、かつそのほとんどがATMインタフェース系のクロックで動作するため、内部の基本クロックは、19.44MHz(=155.52MHz/8ビット)になっている。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正内容】

【0046】具体的に、図21は、ソースクロック周波数が1.544MHz+50ppmで、再生クロック周波数の初期値が1.544MHz±0ppmとした場合における、クロック再生動作開始後の経過時間に対する再生クロック周波数の変化の様子をグラフ化したものである。図21において、収束曲線70a～70cは、演算式(1)における感度Aを同一かつ一定とし、重み付き平均値Mの算出に使用されたバッファ残量Hの総数を示す平均母数N、およびバッファ残量Hの検出間隔Tの値をそれぞれ変化させた場合の代表的な収束曲線を示している。この収束曲線70a～70cの中で、収束曲線

70bが最も理想的な収束曲線であり、収束時間も最短となっている。収束曲線70aは、平均母数Nまたは検出間隔Tが収束曲線70bに対して大きな値である場合を示し、一方、収束曲線70cは、平均母数Nまたは検出間隔Tが収束曲線70bに対して小さな値である場合を示し、共に収束時間が遅い。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0105

【補正方法】変更

【補正内容】

【0105】ここで、感度Aの初期値（大きな値）をA0、変更後の小さな値をA1、感度A変更時の重み付き平均値MをM0とすると、たとえば、補正值Dは以下に示す式(4)で求められる。すなわち、
補正值D = (A0 - A1) × M0 …… (4)
である。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0120

【補正方法】変更

【補正内容】

【0120】その後、演算制御部5は、周波数変動検出部7が検出する周波数変動幅が所定の閾値G以下であるか否かを判断し（ステップS24）、所定の閾値G以下でない場合（ステップS24、NO）には、ステップS23に移行して制御量Uの出力処理を繰り返す。一方、周波数変動幅が所定の閾値G以下である場合（ステップS24、YES）には、周波数安定度を得るべく、感度Aを含む演算式変更指示F、すなわち感度Aを小さくする指示と演算式を式(1)から式(3)に変更する指示とを演算部2に送出するとともに、検出間隔Tおよび平均母数Nの変更指示をそれぞれタイマ4および演算部2に対して行う（ステップS25）。その後、演算部2は、変更指示された値をもとに演算式(3)を演算し、演算結果である制御量UをD/Aコンバータ3に出力し（ステップS26）、この処理を繰り返す。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0123

【補正方法】変更

【補正内容】

【0123】上述した実施の形態2によれば、クロック再生動作開始直後は収束時間が短くなるように感度Aを設定し、その後ローカルクロック44の周波数変動幅が閾値G以下となった場合周波数安定度が改善されるように感度A、平均母数N、バッファ残量の検出間隔Tを変更すると共に、オフセット値Bに対して補正值Dを加算するようにしたため、ローカルクロック44の収束時間と収束後の周波数安定度をシステム設計者がある程度自由

に選択できるようになり、適用されるATM通信システムに最適な値とすることができるという効果が得られる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0125

【補正方法】変更

【補正内容】

【0125】実施の形態1では、演算制御部5内にタイマ6を有し、一定時間P経過した後に、感度Aを含む演算式、平均母数N、バッファ残量Hの検出間隔Tを変更するようにし、また、実施の形態2では、演算制御部5内に周波数変動検出部7を設け、この周波数変動検出部7がローカルクロック44の周波数変動幅を検出し、所定の閾値G以下になった場合に、感度Aを含む演算式、平均母数N、バッファ残量Hの検出間隔Tを変更するようにしていたが、この実施の形態3では、演算制御部5内にタイマ6、周波数変動検出部7、および判断部8を設け、判断部8が、タイマ6によって計測される一定時間Pが経過し、あるいは周波数変動検出部7が検出した周波数変動幅が所定の閾値G以下である、いずれかの条件を満足する場合に、感度Aを含む演算式、平均母数N、バッファ残量Hの検出間隔Tを変更するようにしている。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0130

【補正方法】変更

【補正内容】

【0130】一定時間Pを経過していない場合（ステップS35、NO）には、さらに周波数変動検出部7が検出する周波数変動幅が所定の閾値G以下であるか否かを判断し（ステップS36）、所定の閾値G以下でない場合（ステップS36、NO）には、ステップS34に移行して制御量Uの出力処理を繰り返す。一方、周波数変動幅が所定の閾値G以下である場合（ステップS36、YES）には、ステップS37に移行し、周波数安定度を得るべく、感度Aを含む演算式変更指示F、すなわち感度Aを小さくする指示と演算式を式(1)から式(3)に変更する指示とを演算部2に送出するとともに、検出間隔Tおよび平均母数Nの変更指示をそれぞれタイマ4および演算部2に対して行う（ステップS37）。その後、演算部2は、変更指示された値をもとに演算式(3)を演算し、演算結果である制御量UをD/Aコンバータ3に出力し（ステップS38）、この処理を繰り返す。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0169

【補正方法】変更

【補正対象書類名】図面

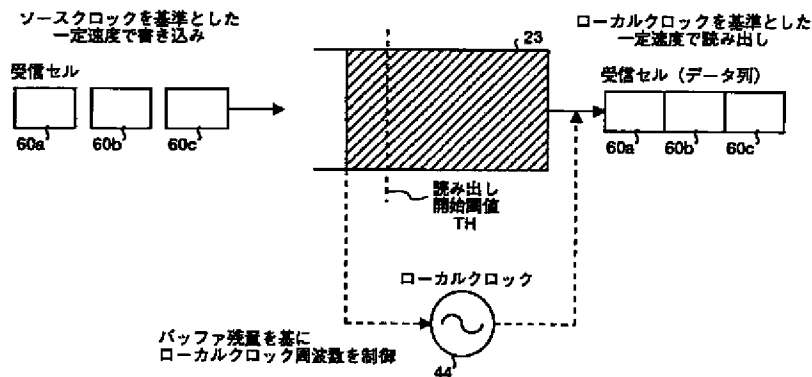
【補正対象項目名】図17

【補正方法】変更

【補正内容】

【图 17】

【手続補正 1 1】



【手續補正 1 2】

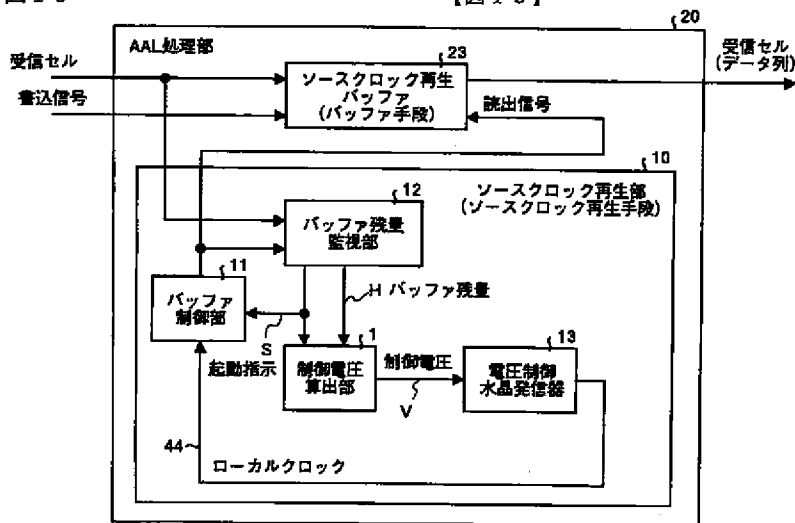
【補正方法】 変更

【補正対象書類名】図面

【補正内容】

【補正対象項目名】図19

【圖 19】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 健太郎
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5K028 NN31 NN58 SS24
5K030 KA03 KA21 LA15 MB15
5K047 AA02 AA03 GG08 GG56 MM24
MM56
9A001 CC02 CC09 CZ03 CZ04